

Nachlaß von Prof. N.

# ÖSTERREICHISCHE BOTANISCHE ZEITSCHRIFT

Herausgegeben von

Professor Dr. Richard Wettstein

Wien

Unter redaktioneller Mitarbeit von

Prof. Dr. Erwin Janchen und Prof. Dr. Gustav Klein

Wien

Wien

Band LXXIX, Drittes Heft

Mit 12 Textabbildungen

(Abgeschlossen am 31. Juli 1930)



Wien  
Verlag von Julius Springer  
1930

## Die „Österreichische Botanische Zeitschrift“

erscheint in einem Gesamtumfang von jährlich etwa 24 Bogen, in 4 einzeln berechneten Heften.

Zuschriften, welche den Bezug der Zeitschrift oder sonstige Verlagsangelegenheiten betreffen, sowie erledigte Korrekturen sind an den Verlag Julius Springer, Wien I, Schottengasse 4, zu richten; Manuskriptsendungen an den Herausgeber oder an die Schriftleitung der Österreichischen Botanischen Zeitschrift, Wien III, Rennweg 14.

Die Verfasser erhalten 50 Sonderabdrucke ihrer Arbeit kostenfrei. Über die Freiexemplare hinaus bestellte Exemplare werden berechnet. Die Herren Mitarbeiter werden jedoch in ihrem eigenen Interesse ersucht, die Kosten vorher vom Verlag zu erfragen.

Verlag Julius Springer

79. Band

## Inhaltsverzeichnis

3. Heft

Seite

Furlani Johannes, Studien über die Elektrolytkonzentration in Böden	193
Klein Gustav und Schusta Felix, Der mikrochemische Nachweis der Alkaloide in der Pflanze. XV. Der Nachweis von Echinopsin. (Mit 2 Textabbildungen)	231
Hruby Johann, Ein Beitrag zur Kenntnis der Gattung <i>Rosa</i> in Bulgarien	249
Hartmann Max, Der Generations- und Phasenwechsel bei den Chlorophyceen	269
Schüssnig Bruno, Der Chromosomencyclus von <i>Cladophora Suhriana</i> (Mit 4 Textabbildungen)	273
Lohwag Heinrich, <i>Catastoma juglandiforme</i> , ein afikanischer Gastromycet (Mit 6 Textabbildungen)	279
Besprechungen	286
BROCKMANN-JEROSCH H., Die Vegetation in der Schweiz. — HUECK K., Die Pflanzenwelt der deutschen Heimat und der angrenzenden Gebiete, in Naturaufnahmen dargestellt und beschrieben. — PORSCH O., Kritische Quellenstudien über Blumenbesuch durch Vögel. V. — SINGER R., Pilze aus dem Kaukasus. — THELLUNG A.†, Die Entstehung der Kulturpflanzen.	
Akademien, Botanische Gesellschaften, Vereine, Kongresse usw.	288
Akademie der Wissenschaften in Wien	
Botanische Sammlungen, Museen, Institute usw.	288
Neuere Exsikkatenwerke	
Personalaufzeichnungen	288

819  
Nachlaß von Prof. N. Malta

## Studien über die Elektrolytkonzentration in Böden

Von

Johannes Furlani (Wien)

### III. Über die Veränderung der Löslichkeit von Kalzium- und Magnesium-Karbonat in Dispersionen\*

Beim Studium der Konzentration von Elektrolyten in Bodenmodellen, worüber im vorhergehenden Abschnitt abgehandelt wurde, wurde folgende Beobachtung gemacht. Durch Zusatz einer nahezu elektrolytfrei gemachten festen Phase zu einer Lösung von  $\text{CaCO}_3$ , die  $\text{CaCO}_3$  als Bodenkörper enthielt, trat eine kräftige Erhöhung der Konzentration der Lösung ein, während Versuche mit Lösungen ohne  $\text{CaCO}_3$ -Überschuß die erwartete Verminderung der Lösungskonzentration durch das Adsorbens zeigten. So ergaben Versuche mit je 4 g  $\text{Fe(OH)}_3$ -Gel bei Zusatz von 0,1 g  $\text{CaCO}_3$  + 4 ccm aqu. dest. ( $\alpha = 0,40$ , pH 9), nach 20 Stunden eine Konzentration der Lösung  $\left\{ \begin{array}{l} 10^\circ, 0,91, \text{ pH } 8 \\ 30^\circ, 1,05, \text{ pH } 8,9 \end{array} \right.$

Wurden dagegen bloß 4 ccm Ca-Karbonatlösung ( $\alpha = 0,40$ , pH 9) zugefügt, so war  $\alpha$  der Lösung nach 20 Stunden  $\left\{ \begin{array}{l} 10^\circ, 0,20, \text{ pH } 7 \\ 30^\circ, 0,25, \text{ pH } 7,5 \end{array} \right.$

Wurde die  $\text{CaCO}_3$ -Gabe erhöht, so trat auch eine Erhöhung der Lösungskonzentration ein: Zu 3 g  $\text{Fe(OH)}_3$  1 g  $\text{CaCO}_3$  Pulver + 4 ccm aqu. dest. zugefügt, ergab nach 18 Stunden ein  $\alpha$  der Lösung  $\left\{ \begin{array}{l} 10^\circ, 1,20, \text{ pH } 8,5 \\ 30^\circ, 1,21, \text{ pH } 8,5 \end{array} \right.$

Schon dieser Umstand, daß durch eine Erhöhung der  $\text{CaCO}_3$ -Gabe bis zu einer gewissen Grenze auch die Konzentration der Lösung erhöht werden konnte, machte es wenig wahrscheinlich, daß es sich um Fehlresultate, bedingt durch der festen Phase noch anhaftende Verunreinigungen, handeln könne. Die gleiche Erscheinung wurde bei Versuchen mit Carbo beobachtet:

Zu 1 g Carbo med. (MERCK) 1 g  $\text{CaCO}_3$  + 2 ccm aq. dest. zugefügt.  
 $\alpha$  der Lösung nach 20 Stunden  $\left\{ \begin{array}{l} 10^\circ, 3,22, \text{ pH } 8,5 \\ 30^\circ, 4,16, \text{ pH } 8,- \end{array} \right.$

\* Die Teile I und II dieser Studien siehe in dieser Zeitschrift, LXXIX. Bd. (1930), S. 1—13 und S. 13—29.

Dagegen ohne  $\text{CaCO}_3$ -Überschuß mit 2 ccm  $\text{CaCO}_3$ -Lösung von  $\alpha = 0,43$ , pH 8,5, nach 20 Stunden  $\alpha$  der Lösung { 10° 0,16, pH 6,5,  
30° 0,10, pH 6,—.

Die Erscheinung ist bei Verwendung von Carbo als Adsorbens die gleiche wie beim Eisenhydroxyd-Gel. Der stärkeren Konzentrationsverminde-  
rung bei Fehlen des Bodenkörpers in einer Lösung entspricht eine stärkere  
Konzentrationserhöhung bei Vorhandensein des Bodenkörpers. Diese  
Beobachtung bestärkte in mir noch mehr die Anschauung, daß es sich  
bei diesen Erscheinungen um eine Veränderung der Löslichkeit des  $\text{CaCO}_3$   
durch eine Oberflächenwirkung des Suspensoids handle. PAULI und  
SAMEC<sup>1</sup> haben gezeigt, daß durch Serumeiweißkörper, Glutin eine Steige-  
rung bis zu mehreren Hundert Prozent der Löslichkeit der schwerlös-  
lichen Ca-Salze, des Sulfats, Phosphats und Karbonats bewirkt werden  
kann. Auf Grund von neuen Untersuchungen kommen PAULI und  
STENZINGER<sup>2</sup> unter anderem zum Resultat, daß die erhöhte Aufnahme  
von Ca durch Eiweißkörper bei  $\text{CaCO}_3$  als Bodenkörper, als Ergebnis  
einer Ca-Proteinatbildung infolge der Hydrolyse des  $\text{CaCO}_3$  angesehen  
werden muß. Sie geht darum mit beträchtlicher elektrolytischer Leit-  
fähigkeitserhöhung einher. Wegen der großen Bedeutung, die meine  
oben angeführten Beobachtungen für die Deutung von Vorgängen auch  
in natürlichen Böden erlangen konnten, wurden diese Versuche weiter  
fortgeführt. Frisch hergestelltes Fe-Gel wurde solange gewaschen, bis  
 $\alpha$  von aq. dest. von 0,07 auf 0,06 durch Zusatz dieses Gels herabgedrückt  
wurde. Außer den Versuchen mit  $\text{CaCO}_3$  wurde noch das Verhalten des  
 $\text{MgCO}_3$  unter denselben Verhältnissen studiert.

Die Untersuchungsmethoden sind bereit sin den vorhergehenden Ab-  
schnitten dieser Studien beschrieben worden. Die Proben kamen in sorg-  
fältigst gewaschenen Porzellanschalen bei den Versuchstemperaturen in eine  
feuchte Kammer. Die Versuchsdauer betrug einen Tag, die Lösung wurde von  
der Suspension durch Porzellanfilter abgesaugt. (Siehe nebensteh. Tabelle.)

Das Versuchsergebnis entspricht den eingangs angeführten Beob-  
achtungen. In Versuch 1 kam aq. dest. zur Verwendung, dessen  $\text{CO}_2$ -  
Gehalt mit dem atmosphärischen im Gleichgewicht stand ( $\alpha = 0,09$ ,  
pH 5,5), die Konzentration der mit 0,1 g  $\text{CaCO}_3$  hergestellten Lösung  
mit Bodenkörper entsprach der Konzentration der in Versuch 2 ver-  
wendeten Lösung ohne Carbonatüberschuß, bei 18° Versuchstemperatur.  
Der erhöhten Löslichkeit bei 30° Versuchstemperatur entspricht eine  
Erhöhung der Lösungskonzentration in Versuch 1. Versuch 2 zeigt  
die adsorptive Wirkung des Eisenhydroxyd-Gels auf die Lösungs-  
konzentration. Die weiteren Versuche zeigen eine Erhöhung der

<sup>1</sup> PAULI und SAMEC, Biochem. Ztschr., 135, S. 17, 1909. (Aus d. folg. Zitat.)

<sup>2</sup> PAULI und STENZINGER, Über die Löslichkeitsbeeinflussung schwer-  
löslicher Kalksalze durch Eiweißverbindungen usw. Ebenda, 205, 1—3, 1929.

Änderung der Löslichkeit in einer Suspension von  
3 g Fe(OH)<sub>3</sub>-Gel mit:

Lösung	t°	$\alpha$	Unter- schied $\alpha$ in %	mg/1 gelöste Elektrolyte	pH
1. ohne Adsorbens 3 ccm aq. dest. + 0,1 g CaCO <sub>3</sub> ( $\alpha = 0,40$ = 30 mg/l)	10°	0,38	— 5,—	28,5	9
	30°	0,53	+ 32,5	39,75	8,5
2. 3 ccm CaCO <sub>3</sub> Lösg. ( $\alpha = 0,40$ , pH 9)	10°	0,30	— 25,—	23,5	7
	30°	0,25	— 37,5	18,75	7,5
3. 0,1 g CaCO <sub>3</sub> + 3 ccm aq. dest. ( $\alpha = 0,40$ )	10°	0,94	135,—	70,5	8
	30°	1,02	255,—	76,5	8,5
4. 1 g CaCO <sub>3</sub> + 3 ccm aq. dest. ( $\alpha = 0,40$ )	10°	1,29	322,5	96,75	8—8,5
	30°	1,20	300,—	90,—	8,5
5. 1,5 g CaCO <sub>3</sub> + 3 ccm aq. dest. ( $\alpha = 0,40$ )	10°	1,29	322,5	96,75	8—8,5
	30°	1,22	305,—	91,5	8,5

selben mit steigender Gabe von Karbonatüberschuß bis zu einem Maximum, bei gleichbleibender Gelgabe. Die konzentrationserhöhende Wirkung ist ein Ausdruck der Oberflächenaktivität der Gesamt-oberfläche des Suspensoids. Wie bei den angeführten Versuchen der Schule PAULI (a. a. O.), so ist auch hier der Vorgang bei der Konzentrationserhöhung der Karbonatlösung wohl im wesentlichen als der gleiche zu betrachten. Die  $\frac{\text{Karbonat}}{\text{Bikarbonat}}$ -Lösung dissoziiert, wobei Ca(OH)<sub>2</sub> auftritt. Dieses wird wohl von der Wasserhülle des Fe(OH)<sub>3</sub>-Gels abgebunden, wodurch solche Gele zu jenen dichten Böden werden, die die Wasser- und Gasundurchlässigkeit von Kristallgittern übertreffen. Zufolge dieser Wegbindung des Hydrolysenproduktes wird das Karbonatsalz nachhydrolysiert. Dies hat zur Folge, daß neuerlich Monokarbonat in Lösung gehen wird und auch zufolge der bei der Hydrolyse freigeschafften CO<sub>2</sub> neue Bikarbonatbildung stattfindet. Das Fallen der pH-Werte zeigt diesen Prozeß an. PAULI und Mitarbeiter fanden eine Löslichkeitserhöhung von Karbonaten durch Eiweißkörper von 307% bis 585%. Die Löslichkeitserhöhung in meinen Versuchen zeigt sehr ähnliche Werte mit bis 300, bzw. 322,5%, bei CO<sub>2</sub>-Übersättigung bis 422,5%. Die im Liter gelösten Milligramme an Elektrolyten erscheinen im Max. etwa verdreifacht.

Es wurden dann Versuche mit Carbo med. (MERCK) als Adsorbens durchgeführt. Diese Kohle wurde in einem der großen PAULSchen Elektrodialysatoren des Institutes für medizinische Kolloidchemie der Wiener Universität gereinigt.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Für dieses Entgegenkommen bin ich Herrn Prof. JOH. MATULA zu besonderem Dank verpflichtet.

Änderung der Löslichkeit in einer Suspension mit Carbo med.  
(MERCK)

Versuchsanordnung	t°	$\alpha$	Unter- schied $\alpha$ in %	mg/1 gelöste Elektrolyte	pH
1. 3 g Carbo + 3 cem $\frac{\text{Ca CO}_3}{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2}$ Lösg. von $\alpha = 1,42 = 106,5 \text{ mg/l}$ , pH 8	10°	0,18	— 87,32	13,5	6
	30°	0,09	— 93,66	6,75	5
2. 3 g Carbo + 0,1 g CaCO <sub>3</sub> + + 3 cem aq. dest. ( $\alpha = 0,4 =$ = 30 mg/l, pH 9)	10°	0,82	105,—	61,5	8,5
	30°	0,80	100,—	60,—	8,5
3. 3 g Carbo + 0,5 g CaCO <sub>3</sub> + + 3 cem aq. dest. ( $\alpha = 0,40$ )	10°	1,42	255,—	106,5	8,—
	30°	1,28	220,—	96,—	8,5
4. 3 g Carbo + 1 g CaCO <sub>3</sub> + 3 cem aq. dest. ( $\alpha = 0,40$ )	10°	1,46	265,—	109,5	8,—
	30°	1,29	222,5	96,75	8,5
5. 5 g Carbo + 0,5 CaCO <sub>3</sub> + + 3 cem aq. dest. ( $\alpha = 0,40$ )	10°	3,12	680,—	234,—	8
	30°	2,78	595,—	208,5	8—8,5
6. 5 g Carbo + 1 g CaCO <sub>3</sub> + + 3 cem aq. dest. ( $\alpha = 0,40$ )	10°	3,26	715,—	244,5	8
	30°	2,84	610,—	213,—	8

Die Versuche wurden genau wie die mit Eisengel durchgeführt. Der Co<sub>2</sub>-Gehalt der Flüssigkeit stand bei Beginn des Versuches im Gleichgewicht mit dem der Luft. Gegenüber dem Versuch 1, der die starke adsorbierende Wirkung der Kohle auf den Lösungsinhalt zeigt, indem die Leitfähigkeit der Lösung auf die von schlechterem dest. Wasser herabgedrückt wird, zeigen die übrigen Versuche in Übereinstimmung mit den Eisengelversuchen die Erhöhung der Lösungskonzentration mit steigendem Überschuß an Kalziumkarbonat bis zu einem Maximum. Aus den Versuchen 5 und 6 geht aber hervor, daß anderseits auch eine Vergrößerung der wirkenden Oberfläche des Kohlepulvers, durch Erhöhung der zugesetzten Menge desselben, eine weitere Erhöhung der Lösungskonzentration herbeiführt. Der Löslichkeitsanstieg betrug im Maximum 610, bzw. 765%. Es ist also die Elektrolytkonzentration der  $\frac{\text{Ca CO}_3}{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2}$ -Lösung in einem solchen System abhängig, von dem Verhältnis der Menge des Adsorbens zur Menge des Bodenkörpers von CaCO<sub>3</sub>. Die Abnahme der pH-Werte deutet darauf hin, daß auch hier eine Freimachung von HCO<sub>3</sub>-Ionen wie bei Verwendung von Eisen-Gel erfolgt. Diese Versuche genügen zum Zwecke des Verständnisses der in Kalkböden vorkommenden Lösungskonzentrationen, die, von mir beobachtet, im folgenden Abschnitt der Studien besprochen werden. Die Konzentration der Lösungen bei tieferer Temperatur ist stets etwas höher als bei

höherer, worauf schon im zweiten Abschnitt meiner Studien hingewiesen worden ist. Diese Erscheinung erklärt sich durch das schon bei den Versuchen mit Eisen-Gel besprochene Auftreten von  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , das einen negativen Löslichkeitskoeffizienten hat. Hier sollte vor allem die neue und merkwürdige Tatsache der Wirkung von Suspensionen in einem Bodensystem, unabhängig von der stofflichen Beschaffenheit des Adsorbens, auf das Kalkgestein festgestellt werden. Indem die Konzentration der Lösungen aus diesem Gestein in weitem Maße unabhängig von der Löslichkeit des schwer löslichen Salzes im Wasser, bedingt erscheint durch das Verhältnis der Masse von oberflächenaktivem Suspensoid zur Masse von Kalziumkarbonat als Bodenkörper, im Sinne einer Erhöhung der Wasserlöslichkeit des Kalziumkarbonats um Hunderte von Prozenten. Die in Kalkböden beobachteten Konzentrationen sind im wesentlichen auf diese Erscheinung zurückzuführen und entsprechen dieser Wirkung der Produkte der Verwitterung, des Lehms einerseits und anderseits der Humusaufhäufung auf dem Karbonatboden. Die Konzentration der Bodenlösungen muß nach den obigen Beobachtungen ein Maximum in der Nähe der Grenzschichte zwischen anstehendem Kalkgestein und gewachsenem Boden erreichen, um mit der Entfernung davon gegen die Oberfläche hin zu sinken, wegen der Abnahme der Masse von überschüssigem Kalziumkarbonat. Auch wird sie ins anstehende Gestein hinein rasch gegen jene Werte hin zu einem Minimum abnehmen, das durch die Menge der Verunreinigung des Kalkgesteins bestimmt ist. Nur in reinem Kalk entspricht die Konzentration der Bodenlösung der Löslichkeit des Ca-Karbonats. Man darf also bei der Untersuchung von Böden aus der Konzentration der Bodenlösung keinen Schluß auf die Qualität der gelösten Stoffe ziehen.

Ich führe im folgenden Resultate von Versuchen an, die zeigen, daß auch die Löslichkeit von  $\text{MgCO}_3$  in einem dispersen Systeme verändert erscheint. (Siehe die umstehende Tabelle.)

Das  $\text{MgCO}_3$  verhält sich hinsichtlich der Löslichkeitsbeeinflussung durch ein Adsorbens genau wie das  $\text{CaCO}_3$ . Die Konzentration der Lösungen wird sowohl durch das Eisengel wie auch durch Kohle verringert. Die Versuche 1, 2, 6 und 7 zeigen die Beeinflussung der Konzentration einer Elektrolytlösung ohne Überschuß durch die Menge des Suspensoids. Die gleiche Menge des Suspensoids adsorbiert aus einer konzentrierteren Lösung absolut mehr als aus einer verdünnteren, wie auch WIEGNER hervorhebt<sup>4</sup>, so daß die Konzentrationen auf die gleiche Höhe kommen, wie in den Versuchen 6 und 7. Die starke Versauerung der Lösungen, wie aus den pH-Werten hervorgeht, ist auf freies  $\text{CO}_2$ , das als Bikarbonation vorliegt, zurückzuführen. Dieser Vorgang muß auch bei der Ver-

<sup>4</sup> WIEGNER, Boden und Bodenbildung, S. 83, Dresden u. Leipzig (Steinkopff), 1926.

Änderung der Löslichkeit von  $MgCO_3$  in Suspensionen

Versuchsanordnung	$t^{\circ}$	$\alpha$	Unterschied %	mg/l gelöste Elektrolyte	pH
1. 3 g Fe-Gel + 3 ccm Lösung von $MgCO_3$ ( $\alpha = 0,98 = 73,5 \text{ mg/l}$ , pH 9,5)	10°	0,56	— 42,9	42,—	6
	30°	0,52	— 46,9	39,—	6
2. 3 g Fe-Gel + 3 ccm $MgCO_3$ -Lösung von $\alpha = 1,75 = 131,25 \text{ mg/l}$ , pH 9,5	10°	0,52	— 70,3	39,—	7
	30°	0,50	— 71,4	37,5	7
3. 3 g Fe-Gel + 0,2 g $MgCO_3$ + 3 ccm aq. dest. ( $\alpha = 7,90 = 592,5 \text{ mg/l}$ , pH 9,5)	10°	8,28	4,81	621,—	9
	30°	9,05	14,6	678,75	9
4. 5 g Fe-Gel + 0,5 g $MgCO_3$ + 3 ccm aq. dest. ( $\alpha = 7,90$ )	10°	12,82	62,4	961,5	9—9,5
	30°	15,04	90,4	1128,—	9
5. 5 g Fe-Gel + 1 g $MgCO_3$ + 3 ccm aq. dest. ( $\alpha = 7,90$ )	10°	13,70	73,4	1027,5	9—9,5
	30°	15,99	102,4	1199,25	9
6. 3 g Carbo + 3 ccm $MgCO_3$ -Lösung ( $\alpha = 0,98$ , pH 9,5)	10°	0,32	— 67,5	24,—	6
	30°	0,31	— 68,2	23,25	6
7. 3 g Carbo + 3 ccm $MgCO_3$ -Lösung ( $\alpha = 7,90$ , pH 9,5)	10°	0,32	— 67,5	24,—	6
	30°	0,31	— 68,2	23,25	6
8. 3 g Carbo + 0,2 g $MgCO_3$ ( $\alpha = 7,90$ , pH 9,5)	10°	9,19	16,3	689,25	9—9,5
	30°	12,06	52,7	906,5	9
9. 5 g Carbo + 1,5 g $MgCO_3$ + 2 ccm aq. dest. ( $\alpha = 7,90$ )	10°	13,05	65,2	978,75	9—9,5
	30°	20,47	159,1	1535,25	9
10. 5 g Carbo + 1 g $MgCO_3$ + 3 ccm aq. dest. ( $\alpha = 7,90$ )	10°	14,—	77,2	1050,—	9—9,5
	30°	20,89	164,4	1566,75	9

sauerung von natürlichen Karbonatböden eine Rolle spielen. Bei unseren Versuchen mit der peinlichst gereinigten Kohle ist keinesfalls an Austauschazidität zu denken, die der beobachteten Änderung der pH-Werte entsprechen könnte. Ist  $MgCO_3$  als Bodenkörper in einer gesättigten Karbonat-Bikarbonatlösung vorhanden, so tritt eine Erhöhung der Konzentration der Elektrolytlösung ein (Versuche 3 bis 6, 8 bis 11). Die Erhöhung der  $\alpha$ -Werte der Lösungen ist beim Mg-Karbonat als Bodenkörper wesentlich geringer als beim Ca-Karbonat. Ich möchte darauf hinweisen, daß gegenüber dem Verhalten des  $CaCO_3$ , der um eine Größenordnung höheren Wasserlöslichkeit des Mg-Karbonats, eine rund um eine Größenordnung geringere prozentische Erhöhung der im Liter gelösten Milligrammäquivalente bei Vorhandensein eines Bodenkörpers in unseren Versuchen entspricht; 65,2 bzw. 73,4% bei den 10°-Versuchen. Bei den 30°-Versuchen erscheint die Löslichkeit bis auf 102,4 bzw. 159,1% erhöht. Auf die große Empfindlichkeit von  $MgCO_3$  enthaltenden

Suspensionen gegenüber der Außentemperatur, sei hier besonders mit Rücksicht auf meine Ausführungen im 2. Abschnitte dieser Studien hingewiesen. Im folgenden 4. Abschnitt wird diese Eigenschaft bei natürlichen Dolomitböden wieder in Erscheinung treten und die besondere Vegetation solcher Böden mit diesem Umstand in Zusammenhang gebracht werden. Die Erhöhung der Konzentration ist wieder wie beim  $\text{CaCO}_3$  einerseits von der Masse des Bodenkörpers, andererseits von der des oberflächenaktiven Suspensoids abhängig. Die Versuche zeigen auch sowohl in den  $\alpha$ - wie pH-Werten, daß der bei höherer Temperatur größeren Adsorption am Suspensoid eine höhere Löslichkeit des Bodenkörpers entspricht.

Die folgenden Versuche zeigen, daß die Beziehungen zwischen oberflächenaktiver Bodensubstanz einerseits, Kalk- und Magnesiakarbonat andererseits, auch für Mischungen beider Karbonate, also für Dolomitböden gelten:

**Veränderung der Löslichkeit im Bodenmodell bei  $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$  als Bodenkörper:**

Versuchsanordnung	t°	$\alpha$	Änderung von $\alpha$ in %	mg/1 gelöste Elektrolyte	pH
3 g Carbo + 2 ccm $\text{MgCO}_3$ -Lösung + 2 ccm $\text{CaCO}_3$ -Lösung ( $\alpha = 1,75$ , pH 8,5—9)	$\left\{ \begin{array}{l} 10^\circ \\ 30^\circ \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 0,52 \\ 0,40 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} — 70,3 \\ — 77,1 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 39,0 \\ 30,0 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 8 \\ 7,5—8 \end{array} \right.$
3 g Carbo + 0,2 g $\text{CaCO}_3$ + 0,2 g $\text{MgCO}_3$ + 4 ccm aq. dest. ( $\alpha = 1,75$ , pH = 9)	$\left\{ \begin{array}{l} 10^\circ \\ 30^\circ \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 16,49 \\ 15,19 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 842,3 \\ 768,0 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 1236,75 \\ 1139,25 \end{array} \right.$	$\left\{ \begin{array}{l} 9 \\ 8,5—9 \end{array} \right.$

Daß nicht nur elektrolytfreie Adsorbentien und nicht etwa nur die oben verwendeten, sondern auch größeres Material von natürlichen Böden die gleichen Eigenschaften zeigen, geht aus den folgenden Versuchen mit einem elektrolytarmen Sande der *Calluna*-Heide bei Artstetten (N.-Ö.) hervor.

18 g Sand + 4 ccm  $\frac{\text{Ca CO}_2}{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2}$ -Lösung von  $\alpha = 1,42$ , pH 8.

$\alpha$  der abgesaugten Lösung ergab die Werte:  $\left\{ \begin{array}{l} 10^\circ 0,60, \text{ pH } 5,5, \\ 30^\circ 0,53, \text{ pH } 4,5, \end{array} \right.$

Nach Absaugung der Lösung von obigem  $\alpha$  wurden 0,5 g  $\text{CaCO}_3$  + 4 ccm aq. dest. der Probe zugefügt.

$\alpha$  der abgesaugten Lösung zeigte die Werte:  $\left\{ \begin{array}{l} 10^\circ 3,79, \text{ pH } 8,5, \\ 30^\circ 2,83, \text{ pH } 8,—. \end{array} \right.$

Die Wirkung des unveränderten Heidesandes entspricht also vollkommen der Wirkung der obengenannten, besonders gereinigten Adsorbentien:

Verringerung der Lösungskonzentration bei Fehlen eines Karbonat-Salzüberschusses einerseits, Erhöhung bis zu 167% anderseits, bei Vorhandensein eines Bodenkörpers.

Die folgenden Versuche bilden einen Vergleich der Konzentration der freien Lösungen mit den Kapillarflüssigkeiten in solchen Bodenmodellen. Zu diesem Zwecke wurde die gewogene feste Phase auf Schüllfiltern auf eine Nutsche gebracht und hierauf tropfenweise die Elektrolytlösung zugefügt. Nach Sättigung der Proben (bis die ersten Tropfen durchliefen) wurden die Versuche 6 Stunden stehen gelassen. Hierauf wurde im Verlauf von weiteren 4 Stunden 1 ccm aq. dest. zugesetzt. Die durch die Nutsche jetzt durchtropfende Flüssigkeit wurde zur Bestimmung der Konzentration der freien Bodenlösung verwendet. Hierauf wurde die kapillar zurückgehaltene Lösung abgesaugt.

#### Versuche:

1. 2,5 g Fe-Gel mit 3 ccm  $\frac{\text{Ca CO}_3}{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2}$ -Lösung von  $\alpha = 1,42$ , pH 8, bei 5° Außentemperatur.

$\alpha \left\{ \begin{array}{l} \text{freie Flüssigkeit } 0,27, \text{ pH } 6, \\ \text{kapillare Flüssigkeit } 0,39, \text{ pH } 6. \end{array} \right.$

Nach Absaugung der Kapillarflüssigkeit wurden der Probe 1 g  $\text{CaCO}_3 + 3 \text{ ccm aq. dest. zugefügt.}$

$\alpha \left\{ \begin{array}{l} \text{fr. Fl. } 10,06, \text{ pH } 8, \\ \text{kap. Fl. } 3,97, \text{ pH } 8,5. \end{array} \right.$

2. 2,5 g Fe-Gel mit  $\frac{\text{Ca CO}_3}{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2}$ -Lösung von  $\alpha = 1,42$ , pH 8, bei 5° Außentemperatur.

$\alpha \left\{ \begin{array}{l} \text{fr. Fl. } 0,27, \text{ pH } 6, \\ \text{kap. Fl. } 0,39, \text{ pH } 6. \end{array} \right.$

Nach Absaugung der Kapillarflüssigkeit wurden der Probe 1 g  $\text{MgCO}_3 + 3 \text{ ccm aq. dest. zugefügt.}$

$\alpha \left\{ \begin{array}{l} \text{fr. Fl. } 2,21, \text{ pH } 8,5, \\ \text{kap. Fl. } 1,81, \text{ pH } 9,--. \end{array} \right.$

3. 2,5 g Carbo mit 3 ccm  $\frac{\text{Ca CO}_3}{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2}$ -Lösung von  $\alpha = 1,42$ , pH 8, bei 16° Außentemperatur.

$\alpha \left\{ \begin{array}{l} \text{fr. Fl. } 0,10, \text{ pH } 6, \\ \text{kap. Fl. } 0,22, \text{ pH } 6. \end{array} \right.$

Nach Absaugung der Kapillarflüssigkeit der Probe 1 g  $\text{CaCO}_3 + 3 \text{ ccm aq. dest. zugesetzt, bei } 16^\circ \text{ Außentemperatur.}$

$\alpha \left\{ \begin{array}{l} \text{fr. Fl. } 10,68, \text{ pH } 8, \\ \text{kap. Fl. } 2,60, \text{ pH } 8,5. \end{array} \right.$

Nach Absaugung dieser Flüssigkeit wurden dem Bodenrest 3 ccm aq. dest. zugefügt, bei 18° Außentemperatur.

$\alpha \left\{ \begin{array}{l} \text{fr. Fl. } 2,43, \text{ pH } 8, \\ \text{kap. Fl. } 2,50, \text{ pH } 8-8,5. \end{array} \right.$

Nach Absaugung der Kapillarflüssigkeit dem Bodenrest 2,5 g frische Carbo + 3 ccm aq. dest. zugefügt, bei 17° Außentemperatur.

$\alpha \left\{ \begin{array}{l} \text{fr. Fl. } 10,17, \text{ pH } 8, \\ \text{kap. Fl. } 2,63, \text{ pH } 8,5. \end{array} \right.$

4. 2,5 g Carbo mit 3 ccm  $\frac{\text{Ca Co}_3}{\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2}$ -Lösung von  $\alpha$  1,42, pH 8 im Verlauf von 10 Stunden zugefügt, bei 16° Außentemperatur.

$\alpha \left\{ \begin{array}{l} \text{fr. Fl. } 0,09, \text{ pH } 6, \\ \text{kap. Fl. } 0,20, \text{ pH } 6. \end{array} \right.$

Nach Absaugung der Kapillarflüssigkeit, der Probe 1 g  $\text{MgCO}_3$  + 3 ccm aq. dest. zugesetzt, bei 16° t.

$\alpha \left\{ \begin{array}{l} \text{fr. Fl. } 2,88, \text{ pH } 8,5, \\ \text{kap. Fl. } 2,00, \text{ pH } 9,-. \end{array} \right.$

Nach Absaugung der Kapillarflüssigkeit dem Bodenrest 3 ccm aq. dest. zugefügt, bei 18° t.

$\alpha \left\{ \begin{array}{l} \text{fr. Fl. } 2,24, \text{ pH } 8,5, \\ \text{kap. Fl. } 2,00, \text{ pH } 8,5. \end{array} \right.$

Nach Absaugung der Kapillarflüssigkeit dem Bodenrest 2,5 g neue Carbo + 3 ccm aq. dest. zugefügt, bei 17° t.

$\alpha \left\{ \begin{array}{l} \text{fr. Fl. } 6,69, \text{ pH } 8,5, \\ \text{kap. Fl. } 2,46, \text{ pH } 9. \end{array} \right.$

Diese Versuche zeigen erstens die gute Übereinstimmung der gemessenen Konzentrationen bei verschiedenen Proben mit gleichen Versuchsbedingungen. Solche Wiederholungen wurden ja sonst, um die Publikation dieser Studien nicht zu umfangreich zu gestalten, vermieden, hier mußten sie jedoch angeführt werden wegen der Fortführung der Versuche mit den gleichen Anfangsversuchskörpern. Von besonderem Interesse erscheint die große Erhöhung der Konzentrationen der freien Flüssigkeiten, die gegenüber den kapillaren Flüssigkeiten bis zu 310,7% höher sein können, in den Versuchen mit  $\text{CaCO}_3$  als Bodenkörper; die pH-Werte zeigen den höheren Säuregrad der freien Flüssigkeit. Dagegen liegen die  $\alpha$ -Werte der kapillaren Flüssigkeiten im Bereich entsprechend den oben besprochenen Versuchsergebnissen. Da dieses Verhalten aber nur da vorliegt, wo ein freier Bodenkörper in der Suspension vorhanden ist, so geht daraus hervor, daß die hohe Konzentrationsspannung zwischen freier und kapillarer Flüssigkeit, wie sie die Versuchsresultate zeigen,

durch die oben besprochenen Beziehungen zwischen Suspensoid und Bodenkörper bedingt sind. Vergleicht man zur großen Konzentrationsverschiedenheit zwischen freier und kapillarer Flüssigkeit die Azidität in beiden, so findet man eine Erhöhung der Alkalinität gegen das Adsorbens hin. Dies scheint mir auf den Aufbau von Alkalikomplexen um die Suspensoidteilchen als Kondensationskerne, bei gleichzeitiger Abstoßung von Bikarbonationen in die freie Flüssigkeit, der sie die hohe Konzentration verleihen, hinzudeuten. Dieser Substanzaufbau um die Suspensoidkerne ist wohl auch die erste Stufe des Verfestigungsvorganges bei Sedimentierungen (Ortsteinbildungen). Ist eine Absättigung des Suspensoids erfolgt, so verliert es auch seine Wirksamkeit auf den Bodenkörper, wie aus den letzten Versuchen hervorgeht. Wird also, wie in den letzten zwei Versuchen, nach Entfernung der freien Bodenlösung neuerlich aq. dest. zugesetzt, so nimmt die Konzentrationsspannung zwischen freier und kapillarer Flüssigkeit ab. Das Einbringen frischer Kohle in die alten Versuchskörper zeigt sofort die Wirkung der neuen, unbesetzten Oberflächen, die sich in der bedeutenden Konzentrationserhöhung der freien Flüssigkeiten äußert. Es wird in einem natürlichen Boden, der unseren Versuchsbedingungen entspricht, dann eine Konzentrationserhöhung

Suspensoid  
der Lösungen durch das System ————— Bodenkörper

erfolgen, wenn neue aktive Oberflächenelemente auftreten, wie sie etwa durch die Sprengwirkungen des Eises oder sonstige Bewegungen des Bodens zustande kommen. Mit dem abfließenden Schmelzwasser kann die rasch erfolgte Erhöhung der Konzentration der freien Bodenlösung auch rasch wieder fallen. Über diese Erscheinungen bei der Schneeschmelze wird im nächsten Abschnitt meiner Studien abgehandelt werden. Hier sei über die Konzentration von Schmelzwässern nur eine Beobachtung angeführt. Am 4. II. 1923 erfolgte in Lunz ein Tauwettereinbruch. Von der Narzissenwiese über der biologischen Station strömten die Schmelzwässer in Bächen über den Rehberghang herab. Ich maß gegen Mitternacht die Konzentration dieses leicht trüben Wassers mit  $z = 3,19$ , am folgenden Vormittage 10 Uhr  $z = 2,66$ , wogegen der Bodenpreßsaft  $z = 1,42$  zeigte.

Das Narzissenareal am Rehberghange fällt ziemlich mit dem Überflutungsareale daselbst zusammen; auch die tiefer gelegenen starken Narzissenbestände am See stehen im Inundationsgebiet. Die Wirkung einer Abdämmung der Schmelzwässer von einem Teile des Verbreitungsareals der Narzissen könnte hier ein wertvolles Experiment werden. Nach den Beobachtungen von GANSSEN und Görz (a. a. O., diese Stud., I, S. 3) steigt die Elektrolytkonzentration des Baumsaftes mit der des Bodensaftes. Die Vergrößerung aktiver Oberflächen, wie wir sie in unseren Modellversuchen durch Zugabe von frischem Suspensoid bewirkten, kann im lebenden Gewebe durch die Zellteilungsvorgänge, durch die

Bildung neuer Zellwände erfolgen. Hier scheint eine Beziehung zwischen der Elektrolytkonzentration des Bodensaftes mit einer Kette von Innenvorgängen im Organismus auf. Böden, deren Säfte großen Konzentrationsschwankungen unterliegen, wie solche im folgenden Abschnitte dieser Studien werden angeführt werden (insbesondere die auf die Schwankungen der Außentemperatur so stark reagierenden Dolomitböden), werden also an die sie besiedelnden Pflanzen, diesen Außenkonzentrationsschwankungen folgen zu können, besondere Anforderungen stellen. So wird die Außenkonzentration an derartigen Standorten zum auslesenden Faktor für die Pflanzenarten. Noch auf einen Umstand muß ich hier hinweisen. Ein Wurzelsystem, das in einem Boden mit Überschuß an schwer löslichen Mineralsubstanzen zur Entwicklung kommt, muß auf den Boden ganz anders einwirken, als wenn es in einer Bodenzone ohne Karbonatüberschuß steht. Im ersten Milieu kann schon ohne jede Ausscheidung der Wurzel, durch bloße Vergrößerung der aktiven Oberfläche, also durch Wurzelwachstum, eine Konzentrationserhöhung der Außenlösung in der Umgebung der wachsenden Wurzel erfolgen. Freie Bodenflüssigkeit, die man von hier nimmt, muß nach meinen Ausführungen eine Aziditätserhöhung zeigen. Die Konzentration der Bodenlösungen im Humus oder Lehm, also Substraten ohne Überschuß an schwer löslichem Bodenkörper, wird durch eine wachsende Wurzel erniedrigt werden. Die Bedeutung der schwer löslichen Salze, besonders des  $\text{CaCO}_3$ , für die Vorgänge an der Wurzeloberfläche, aber auch für die Vorgänge im lebenden Gewebe selbst, als regulierenden Faktor der Zellsaftkonzentration, wird hier deutlich.

### Zusammenfassung

Die Versuche zeigen, daß Suspensionen von  $\text{Fe(OH)}_3$ -Gel, Carbo, Quarzsand, in einer Lösung von schwerlöslichen Salzen wie Ca- und Mg-Karbonat, die Löslichkeit dieser Salze in dem Sinne beeinflussen, daß die Konzentrationen der Lösungen bei Vorhandensein eines Überschusses an Karbonat in der Aufschwemmung bedeutend über die Höchstkonzentrationen der entsprechenden reinen Lösungen erhöht werden. Es besteht eine Analogie zwischen der von PAULI und seiner Schule beobachteten elektrolytischen Leitfähigkeitserhöhung einer  $\text{CaCO}_3$ -Lösung, als Ergebnis einer Ca-Proteinatbildung beim Schütteln von Eiweißkörpern mit  $\text{CaCO}_3$  als Bodenkörper, und den bei unseren Versuchen beobachteten Leitfähigkeitserhöhungen in Ca- und Mg-Karbonatlösungen bei Vorhandensein eines Überschusses der Karbonate als Folge der Adsorption der Ca- und Mg-Base an ein Suspensoid. Die Leitfähigkeiterhöhungen liegen für  $\text{CaCO}_3$  in der Größenordnung 10%, entsprechen also den PAULISchen Ergebnissen. Für das  $\text{MgCO}_3$ , dessen Wasserlöslichkeit um eine Größenordnung höher liegt als die des  $\text{CaCO}_3$ , beträgt

die Leitfähigkeitserhöhung im dispersen System mit Bodenkörper dieses Salzes um eine Größenordnung weniger als fürs  $\text{CaCO}_3$ . Die freie Flüssigkeit in einem Bodenmodell zeigt zufolge der Oberflächenaktivität des Suspensoids wesentlich höhere  $\alpha$ -Werte und ist saurer als die Kapillarflüssigkeit, da sie mit Bikarbonationen angereichert ist. Ist das Suspensoid mit Alkali abgesättigt, so hört auch seine die Konzentration der Elektrolytlösung erhöhende Wirkung auf. Die Einbringung neuer oberflächenaktiver Substanz in ein disperses System, dessen Lösungen in einem Konzentrationsgleichgewicht standen, äußert ihre Wirkung in der Erhöhung der Konzentration der freien Flüssigkeit. In natürlichen Böden treten solche Vergrößerungen der aktiven Oberflächen und die beschriebenen Wirkungen unter anderem durch die Sprengwirkung des Eises auf. Die  $\alpha$ -Werte von Bodensaften, die die Löslichkeit der in Betracht kommenden Substanzen außerhalb disperser Systeme überschreiten, finden in den geschilderten Vorgängen in Bodenmodellen ihre Erklärung.

#### IV. Gebirgsböden oberhalb der Waldregion

##### 1. Die Standorte der Rhododendren in den Ostalpen

Die Reichhaltigkeit und der bunte Wechsel der Pflanzenformen auf kalkhaltigem Boden gegenüber der Monotonie der Vegetation auf kalkfreiem Gesteine in den Ostalpen veranlaßte mich, die Frage, ob und in welcher Weise die Konzentration der Bodenlösung eine Standortscharakteristik darstelle, an Pflanzenstandorten des Hochgebirges zuerst zu studieren. Auch waren hier die Böden im allgemeinen gegenüber dem anstehenden Gestein weniger verändert als die gewachsenen Böden tieferer Lagen. Bei diesen orientierenden Untersuchungen konnten begreiflicherweise nur charakteristische, große Bestände bildende Pflanzen der alpinen Stufe verwendet werden, wie etwa die beiden *Rhododendron*-Arten *Rh. hirsutum* und *Rh. ferrugineum*. Mit diesen beiden Arten begann ich auch aus dem Grunde diese Untersuchungen, weil ich vordem durch mehrere Jahre im Gebiete der Ostalpen die Bedingungen zu erfassen versucht hatte, unter denen dem *Rh. ferrugineum* von seinen Standorten in den Zentralalpen es ermöglicht wird, einerseits auf Standorte der nördlichen, anderseits auf solche der südlichen Kalkalpen überzutreten. Ich war auf Grund eines umfangreichen Materials einschlägiger Beobachtungen über die klimatischen Faktoren, Lichtgenuß, Luftfeuchtigkeit, Windverhältnisse, zur Überzeugung gelangt, daß der Grund zum obigen Verhalten in den Vorgängen in der Wurzelregion der Pflanze liegen müsse. Da oberwähnte Beobachtungen eben ein negatives Resultat zeitigten, so wurde von einer Publikation abgesehen. Wie ich schon im ersten Abschnitte vorliegender Abhandlungen auseinandergesetzt habe, wurden vom Boden des Standortes (40 g auf 100 ccm Regenwasser oder destilliertes Wasser) Lösungen

hergestellt und ihre Konzentration geprüft. Diese einfache Methode genügt bei Untersuchungen für praktische Zwecke, wo es sich darum handelt, in einem bestimmten Areal etwa zu Anbauzwecken sich darüber zu orientieren, ob der Standort für Pflanzen mit größeren oder geringeren Ansprüchen in bezug auf den Salzgehalt des Bodens geeignet erscheint. Es muß nur noch eine gleichzeitig ausführbare pH-Bestimmung mit einem Universalindikator, mit der hergestellten Bodenlösung gemacht werden.

In der Gegend von Lienz (Osttirol) kommt auf den nördlichen Bergen der Schieferhülle, Schleinitz-Zettersfeld, Schobergruppe, das *Rh. ferrugineum* vor. Außerdem kommt es in den die südliche Flanke des Drautales bildenden Lienzer Dolomiten, an Standorten in der Höhe von etwa 1600 bis 1800 m ü. M., auf wenig geneigten Flächen mit größerem Humusgehalt vor, dagegen das *Rh. hirsutum* auf Dolomitschottern an steilen Hängen, in Gräben, wie etwa der Galitzenklamm, in der Gegend Amlach-Lienz, bis zum Drautalboden herabgehend. Ich habe einerseits Böden mit *Rh. ferrugineum* aus dem Debanttal gegen die Schobergruppe, anderseits Böden vom Rauchkofelgebiet aus der Galitzenklamm mit *Rh. hirsutum*, ferner von der Kerschbaumeralm in 1400 m, auch mit *Ferrugineum*-Vorkommen, wohin man am Rauchkofelhang emporsteigt, untersucht. Außerdem wurde noch *Ferrugineum*-Boden von einem mitten im Fichtenwalde am Schönbichl bei Lienz, auf etwa 1500 m gelegenen Standorte, untersucht. Die erste Zahl gibt immer die Lösungskonzentration  $\alpha$  (in der üblichen Weise reziproke Ohm mal  $10^4$ ) nach 24 Stunden Versuchsdauer an, die zweite Zahl die Höchstkonzentration nach dem sich in 5 bis 6 Tagen ein Gleichgewichtszustand zwischen freier Lösung und Bodensystem eingestellt hatte. Die Untersuchung wurde im August 1921 vorgenommen.

*Rh. ferrugineum* im Schobergebiet:

Standort auf 1400 m .....	$\alpha = 0,34, 0,40$
„ „ 2000 m .....	$\alpha = 0,34, 0,47$ .

*Rh. ferrugineum* auf der Kerschbaumeralm:

Standort auf 1400 m .....	$\alpha = 0,28, 0,39$ ,
„ „ 1400 m .....	$\alpha = 0,30, 0,40$ .

*Rh. ferrugineum* auf Schönbichl:

Standort auf 1500 m .....	$\alpha = 0,29, 0,36$ .
---------------------------	-------------------------

*Rh. hirsutum* in der Galitzenklamm bis Kerschbaumeralm:

Standort auf 700 m .....	$\alpha = 0,85, 1,25$ ,
„ „ 1400 m .....	$\alpha = 1,00, 3,01$ .

Die Zahlen zeigen deutlich, wie die  $\alpha$ -Werte der *Ferrugineum*-Standorte unabhängig von der Gesteinsart um einen Wert pendeln und wie

auch wieder die  $\alpha$ -Werte des *Rh. hirsutum* sich zusammenlegen lassen. Daß es sich um Arten handelt, deren Standorte durch die Konzentration des Bodensaftes charakterisiert sind, zeigt besonders schön das Nebeneinandervorkommen beider *Rhododendron*-Arten im Gebiete der Kerschbaumeralm, indem das *Rh. hirsutum* juvenile elektrolytreiche, das *Rh. ferrugineum* elektrolytarme Bodenstellen besiedelt, wo keine Erneuerung des Substrates durch Gesteinsbewegung oder Flugstaub erfolgt, der Boden in geschützter Lage Humus anhäufen und so altern und versauern konnte.

Diese Ergebnisse, die die lange gesuchte Erklärung der Verbreitung der beiden Alpenrosenarten zu geben schienen, waren so ermutigend, daß ich nun auch an den anderen von mir früher klimatologisch studierten *Rhododendron*-Standorten in Nordtirol in der gleichen Weise an die Untersuchung ging. Ähnliche Standortsverhältnisse kannte ich aus der Gegend von Hall im Inntal. In der südlichen Flanke des Inntales, den Zillertaler Bergen, kommt nur *Rh. ferrugineum*, in der nördlichen Flanke, im Karwendel, kommen beide Arten vor. Ähnlich wie die Galitzenklamm bei Lienz, mündet hinter Hall-Absam das Halltal mit einem steilen Schuttkegel von Dolomit in das Inntal. Auch hier bedeckt das *Rh. hirsutum* den Dolomitschotter bis ins Inntal herab. Die Exposition ist jedoch der Galitzenklamm genau entgegengesetzt. Während diese gegen Nordwest geöffnet ist, liegt die Halltalmündung ungefähr in der Richtung gegen Südost. Schon diese verschiedene Exposition deutet darauf hin, daß Faktoren wie Lichtgenuß, Sonnenscheindauer, Dauer der Schneedeckung, völlig verschieden sein müssen, aber noch im besonderen Maße trifft dies, wie ich festgestellt hatte, für die Luft- und Bodenfeuchtigkeit zu. Die Luft in der Galitzenklamm, einem schattigen Graben, ist durch den Sprühregen der herabstürzenden Wassermassen ständig durchfeuchtet. Der Auslauf des Halltales ist das genaue Gegenteil, eine trockene, sonnige Halde. Steigt man nun in den Bettelwurfwänden rechts vom Halltal empor, so kommt man etwa auf 1800 m ü. M. auf eine Einebnungsfläche, auf der Humus angehäuft liegt. Damit hört sofort das Vorkommen des *Rh. hirsutum* auf und das *Rh. ferrugineum* steht da. Im weiteren Steilhang folgt dann wieder *Rh. hirsutum*. Es zieht also das *Rh. ferrugineum* nur als ein Streifen im ebenen, humösen Boden hin. Die folgenden Zahlen wurden im August 1922 gewonnen:

<i>Rh. hirsutum</i> auf 1000 m .....	$\alpha = 2,8, 4,4,$
"      "      2200 m .....	$\alpha = 1,8, 3,0,$
<i>Rh. ferrugineum</i> auf 1800 m .....	$\alpha = 0,38, 0,52,$
"      "      1800 m .....	$\alpha = 0,40, 0,49.$

Weitere  $\alpha$ -Werte von Standorten der *Rhododendron*-Arten werden bei den folgenden Besprechungen der untersuchten Böden angeführt

werden. Ich habe diese Standorte vorangestellt, weil sie einerseits leicht auffindbar sind, andererseits bei der Verschiedenheit der einzeln untersuchten Außenfaktoren im besonderen Maße beweisend für den Wert der Feststellung der Konzentration des Bodensaftes schienen und solchermaßen die Notwendigkeit aufzeigen, bei ökologischen Untersuchungen diesen Faktor besonders zu berücksichtigen. Auch ist dieser Faktor in besonderem Maße ein Ausdruck des Zusammenspiels der klimatischen Faktoren.

## 2. Gebirgsböden der kristallinen Zone der Ostalpen

Ich führe im folgenden die Konzentrationswerte von Bodenlösungen an, die in den Sommern 1921, 1922, 1925 ermittelt wurden.

Schobergruppe: Gegend der Lienzerhütte, rund 2000 m ü. M.

Gesteinspulver des Glimmerschieferbodens  $\alpha = 0,31, 0,35,$

Boden mit *Soldanella pusilla* .....  $\alpha = 0,22, 0,31,$

Boden mit *Juniperus nana* .....  $\alpha = 0,34, 0,40,$

Boden mit *Rh. ferrugineum* und *Vaccinium*

*Vitis Idaea* (auf rund 1800 m) .....  $\alpha = 0,34, 0,40.$

Schon diese Proben zeigen die erstaunliche Gleichartigkeit von Standorten, die möglichst weit voneinander gewählt waren. Auch stimmen sie mit den oben angeführten  $\alpha$ -Werten vom *Rhododendron*-Standort auf 1400 m im Gebiet überein. Noch auffallender wird diese Übereinstimmung der Gesamtkonzentration in den Urgesteinsböden, wenn wir die folgenden Werte von Bodenlösungen aus dem Gebiet der Stubaijer Ferner mit unseren Daten vergleichen.

Oberbergtal: Franz-Sennhütte, rund 2000 m ü. M.. Amphibolite (Spuren von Kalk):

Gletschermulm vom Alpeiner Ferner .....  $\alpha = 0,27, 0,37,$

Bachwasser „ „ „ .....  $\alpha = 0,27,$

Boden mit *Rh. ferrugineum* und *Juniperus*

*nana* .....  $\alpha = 0,30, 0,40,$

Boden mit *Linaria alpina* .....  $\alpha = 0,36, 0,38,$

Boden mit *Pinus montana* .....  $\alpha = 0,42, 0,52,$

Oberißlalm, 1700 m ü. M., Gneisglimmerschiefer (kalkfrei).

Boden mit *Alnus viridis* .....  $\alpha = 0,21, 0,25,$

„ „ *Juniperus nana* .....  $\alpha = 0,26, 0,29.$

Kamm des Hochwechsels, rund 1700 m ü. M., Wechselschiefer (kalkfrei).

Gesteinsgrus des Schiefers .....  $\alpha = 0,28, 0,27,$

Boden mit *Vaccinium uliginosum* .....  $\alpha = 0,20, 0,30,$

„ „ Grasnarbe .....  $\alpha = 0,20, 0,36,$

Boden mit <i>Picea</i> -Kümmerform .....	$\alpha = 0,16, 0,20,$
.. .. <i>Juniperus nana</i> .....	$\alpha = 0,13, 0,36.$

Die ganze Einförmigkeit der Flora findet deutlich in diesen Zahlen ihren Ausdruck. Die ungeheure Armut an Elektrolyten in diesen Böden zeigt sich auch im Kümmerwuchs der Fichte, denn in tieferer Lage des Wechselgebietes wächst die Konzentration der Lösung des Fichtenwurzelbodens von 0,70 auf 1,3 und hiemit erreicht auch die Fichte ihr normales Aussehen. Diese Konzentrationen der Lösungen von Urgesteinsböden sind nicht höher als die von schlechtem Regenwasser, das man etwa in einem verstaubten Glase aufgefangen hatte. So zeigte das Regenwasser, das ich in der Nähe der biologischen Station in Lunz a. S. sammelte, einen Wert für  $\alpha = 0,25$  und nach 14tägigem Stehen an der freien Atmosphäre reicherte sich sein Elektrolytgehalt bis auf 0,4 an. So entsprechen diese  $\alpha$ -Werte den Werten, die mit Aufschwemmungen kristalliner Böden von 40 g auf 100 ccm Wasser gewonnen wurden; auf 200 ccm Wasser nur eine unbedeutende Verminderung der Konzentration, gleichgültig, ob aqua destillata von 0,07 oder frisches Regenwasser verwendet wurde. Das heißt also: In größere, fließende Wassermassen, wie etwa in einen Bach, geht im Hochgebirge im Sommer vom Gestein nichts in Lösung. Die Leitfähigkeit wird nur durch mitgeführten, atmosphärischen Staub bedingt. Wurde dagegen altes Regenwasser von  $\alpha = 0,4$  und darüber den Proben von kristallinen Böden zugefügt, so wurde durch den Boden die Konzentration des Regenwassers sogar herabgedrückt; durch Flugstaub herangebrachte Elektrolyte werden also vom Boden adsorbiert. Diese werden also im Sommer trotz noch so großer Wassermassen zurückgehalten. Die Konzentration der Lösung nimmt ab und nimmt die oben angeführten  $\alpha$ -Werte für kristalline Böden an. Wir sehen also in den kristallinen Hochgebirgen in großem Maßstab wiederholts, was wir von den Hochmooren her kennen. Die Werte der Konzentration obiger Lösungen stimmen mit den von RÜTTNER für Hochmoorwässer gefundenen überein<sup>5</sup>. Ich änderte nunmehr die Versuche in der Weise ab, daß ich, statt der Bodenmenge das Wasservolumen in toto zuzuführen, den Boden in einen Papierfilter auf eine Nutsche brachte, leicht zusammendrückte und jetzt tropfenweise das Wasser durchlaufen ließ. Die Konzentrationen der freien (durch den Boden durchsickernden) Flüssigkeit blieben die gleichen. Ferner wurden Versuche mit Böden von den gleichen Standorten aus dem Wechselgebiet gemacht, indem ich Proben in Glastuben in flüssige Luft einbrachte und so gefrieren ließ. Dann wurde destilliertes Wasser von 10° durchtropfen gelassen. Das Filtrat ergab folgende Werte:

<sup>5</sup> F. RÜTTNER, Das elektrolytische Leitvermögen des Wassers der Lunzerseen. Intern. Rev. Hydrogr., Suppl. V, 1914.

Gesteinsgrus von Wechselschiefer . . . . .	$\kappa = 1,48$
Boden mit <i>Vaccinium uliginosum</i> . . . . .	$\kappa = 1,39$
„ „ Grasnarbe . . . . .	$\kappa = 1,30$
„ „ <i>Picea</i> -Kümmerform . . . . .	$\kappa = 1,12$
„ „ <i>Juniperus nana</i> . . . . .	$\kappa = 1,22$

Die Wirkung tiefer Temperaturen, des Frostes durch das Zerreißen der Bodenstruktur, tritt deutlich in einer Erhöhung der  $\kappa$ -Werte bei nachfolgendem Auftauen in Erscheinung. Bei den folgenden Untersuchungen, in den Jahren 1926 bis 1929, wo außer der freien Bodenflüssigkeit, wie in den eben angeführten Versuchen, auch die Konzentration der Kapillarflüssigkeit gemessen wurde, kamen aus der kristallinen Zone der Alpen wegen der Nähe des Untersuchungsortes Wien nur mehr Wechselböden zur Beobachtung. Die folgende Tabelle gibt die  $\kappa$ -Werte von freien und kapillar gebundenen Bodenflüssigkeiten, ohne und mit Frostwirkung wieder. Die Gefrierversuche wurden November bis Dezember 1929 durchgeführt. Die Bodenproben kamen unter einer Glasglocke im Freien, auf dem Dache des physikalischen Universitätsinstitutes Wien bei Frost bis minus 4°, einige Tage zur Exposition. Dann wurde ungefrorenen Proben derselben Böden, die bei etwa 6° gehalten wurden, wie auch den gefrorenen obigen Proben, destilliertes Wasser von 10° bzw. 30° tropfenweise auf der Nutsche zugesetzt. Aus der durchgetropften Lösung ergaben sich die  $\kappa$ -Werte für die freie Flüssigkeit. Der Bodenrest wurde noch 24 Stunden bei den obigen Versuchstemperaturen (10° und 30°) in Schalen gehalten und die kapillare Flüssigkeit wurde hierauf nach der im ersten Abschnitte dieser Abhandlungen beschriebenen Methode abgesaugt und untersucht.

Standort	Freie Flüssigkeit		Kapillarflüssigkeit		pH
	nicht gefroren $\kappa$ bei Lufttemperatur	gefroren	nicht gefroren $\kappa$	gefroren	
Gesteinsgrus des Wechselschiefers	0,27	0,28	bei 10° t 0,30 „ 30° t 0,30	0,70 1,21	6 6
Boden mit <i>Vaccinium uliginosum</i>	0,26	0,71	„ 10° t 0,48 „ 30° t 0,47	1,19 0,82	4 5
Boden mit Grasnarbe	0,27	0,56	„ 10° t 0,48 „ 30° t 0,47	1,19 0,82	4 5
Boden mit <i>Picea</i> -Kümmerform	0,22	0,62	„ 10° t 0,48 „ 30° t 0,32	1,19 0,57	5,5 4,5
Boden mit <i>Juniperus nana</i>	0,20	0,71	„ 10° t 0,46 „ 30° t 0,34	1,19 1,10	5,5 5

Schon die geringe Dauer des leichten Frostes, dem die eine Versuchsserie ausgesetzt war, zeigt sehr deutlich seine Wirkung auf die gewachsenen Böden. Die Zerreißung der feineren Bodenstruktur ist keine so gründliche wie bei den Versuchen mit flüssiger Luft und genügte vor allem nicht, um vegetationsfreie Schieferstücke zu zerreißen und eine Änderung der Konzentration der Aufschwemmung herbeizuführen. Es erscheint mir auch in hohem Grade wahrscheinlich, daß bei den gewachsenen Böden an der Konzentrationsänderung der Bodenlösungen durch das künstlich herbeigeführte Auftauen des gefrorenen Bodens, adhärierte Flugstaubpartikeln, die mobilisiert wurden, hauptsächlich beteiligt waren. Man kann auch bei Ton oder Kaolinsuspensionen beobachten, daß besonders bei tiefen Temperaturen große Mengen feinster Trübungen in die Lösung mobilisiert werden, während bei höheren Temperaturen viel weniger peptisiert wird, bis zu einer völligen Umkehr des Prozesses zur Teilchenbindung und Vergroßerung. Auch EHRENCBERG<sup>6</sup> findet, daß bei tiefen Temperaturen eine Peptisation feinster Bodenteilchen, bei hohen Temperaturen dagegen ein Koagulation und Krümelbildung stattthat. Es würde also gerade nach der Schneeschmelze im Frühjahr der vom Sommer bis zum Winter angewehrte Flugstaub und damit Elektrolyte für die Pflanzenernährung mobilisiert werden. In diesen nährstoffarmen Böden ist die Vegetation genau so wie in Hochmooren hauptsächlich auf die Zufuhr von Elektrolyten durch Flugstaub angewiesen. Über die Größe der Flugstaubzufuhr sei vor allem auf die Untersuchungen JENNYS verwiesen<sup>7</sup>. So fand er, daß auf der Alp Murtér im schweizerischen Nationalpark die 1923/24 niedergefallene Staubmenge 1,4 kg pro Quadratmeter betrug. Da der Flugstaub ein so eminent wichtiger Standortsfaktor ist, so wird auch ein genaues Studium, Messungen über die Größe der Flugstaubzufuhr an bestimmten Standorten in den Ausläufern der Ostalpen, wo solche Untersuchungen bis nun noch fehlen, von großem Werte sein.

Diese wie auch meine folgenden Beobachtungsserien über das Verhalten der Böden des Hochwechselgebietes zur Zeit der Schneeschmelze, dann ein Monat darauf während einer Regenperiode, und im Herbst während einer Trockenperiode, weisen auf die große Bedeutung des Frostes im Hochgebirge und auf die Abhängigkeit der Konzentration und des Charakters der Bodensafte von der Außentemperatur hin. Die Bodenproben wurden Ende April 1926, Ende Mai 1926, Anfang Juni 1929, Ende Oktober 1926, November 1929, aus dem Gebiete eingeholt und im zweiten physikalischen Universitätsinstitute untersucht.

<sup>6</sup> P. EHRENCBERG, Die Bodenkolloide, 2. Aufl., Dresden und Leipzig (Steinkopff) 1919.

<sup>7</sup> J. BRAUN-BLANQUET und H. JENNY, Vegetationsentwicklung und Bodenbildung, Denkschr. d. Schweiz. Naturforsch. Ges. Zürich, Bd. LXIII, 2. 1926.

## Hochwechselrücken

Bodenart	1°	Schneeschmelze			nach der Schneeschmelze			Trockenzeit		
		Az *	Bz *	pH	Az	Bz	pH	Az	Bz	pH
Gesteinsgrus	5°	0,35	0,42	4,5	0,20	0,36	4,5	0,27	0,80	6,0
	30°	—	0,36	5,0	0,20	0,30	5,0	0,28	0,82	6,0
Wurzelerde von <i>Vaccinium uliginosum</i>	5°	0,59	1,00	5,5	0,22	0,40	4,0	0,35	0,48	4,0
	30°	—	0,81	5,0	0,20	0,34	4,5	0,30	0,47	5,0
Wurzelerde der Grasmatte	5°	0,58	1,00	6,0	0,20	0,36	5,0	0,27	0,48	5,0
	30°	—	0,86	5,5	0,18	0,30	5,0	0,27	0,47	4,5
Wurzelerde von <i>Picea-Kümmerform</i>	5°	0,60	1,00	6,0	0,20	0,40	5,0	0,39	0,48	5,0
	30°	—	0,86	6,0	0,16	0,38	5,5	0,32	0,47	5,0
Wurzelerde von <i>Juniperus nana</i>	5°	0,70	1,02	6,0	0,22	0,42	5,5	0,30	0,50	5,5
	30°	—	0,86	6,0	0,20	0,40	5,5	0,27	0,46	5,0

A freie Flüssigkeit,

B Kapillarflüssigkeit.

Aus der Tabelle ist das verschiedene Verhalten des offenen Bodens gegenüber dem mit Vegetation bedeckten, im Verlaufe der Vegetationsperiode zu entnehmen. Die Wirkung des Frostes im Sinne einer Erhöhung der Elektrolytkonzentration der Bodenlösung im Frühjahr, ist in den bewachsenen Böden auffallend größer als in offenen. Die Produkte der Gesteinshydrolyse sowie der angewehte Flugstaub werden während der wärmeren Jahreszeit von der Vegetation festgehalten und erst durch die Sprengwirkungen des Frostes und bei den tiefen Temperaturen des Schmelzwassers mobilisiert, während im nackten Gestein wohl bei jedem Regen eine starke Wegspülung der Elektrolyte erfolgt: der Herbstzustand des Mineralbodens während der Trockenzeit zeigt ja ein Hinaufschneiden der Elektrolytkonzentration. Wurde nach Absaugung dieser Lösung neuerlich Wasser dem Boden zugefügt, so sank die Konzentration wieder auf den Regenwetterzustand. Solche Böden sind als anastatische im Sinne GOLAS zu bezeichnen\*. Im übrigen zeigen diese Standorte eine leichte Verringerung der z-Werte mit höherer Temperatur besonders in der

\* GOLA bezeichnet Böden von schwankender Konzentration ihrer Lösungen als anastatisch.

Periode der Schneeschmelze, gehören also dem Typus 3 an (siehe II. Teil dieser Abhandlung)\*. Nach dem Salzstoße der Schneeschmelze tritt dann eine Senkung des  $\text{z}$ -Wertes ein, die besonders beim vegetationsbedeckten Boden deutlich ist. Auch die Betrachtung des Ganges der pH-Werte im Laufe der Vegetationsperiode zeigt deutlich die Wirkung der Schneeschmelze an, indem die pH-Werte zu dieser Zeit im bedeckten Boden höher sind als später. Der offene Boden weist eine Erhöhung des Alkaligehaltes in der Trockenperiode durch die Erhöhung des pH auf.

### 3. Gebirgsböden von den Monti Peloritani bei Messina (Gneisböden)

Die Einholung dieser Bodenproben erfolgte im März 1929. Untersucht wurden sie drei Wochen später. Das Untersuchungsergebnis wesentlich beeinflussende Veränderungen des Bodenzustandes kommen nach meinen Erfahrungen nur durch Luftabschluß bei zu langem Liegen von Karbonatbodenproben mit entsprechendem Humusgehalte vor. Es waren durchwegs grobsandige Böden von Standorten ohne zusammenhängende Vegetationsdecke, aus 800 bis 1000 m Seehöhe. Da keine Krümelbildung zu beobachten war, so konnte eine Wasserabgabe durch den ganz dünnen Watteverschluß der Glastuben vor der Untersuchung keine Änderung im Hinblick auf die Bodenstruktur hervorrufen. Es konnte also während des Transportes nur eine Änderung in der Richtung zum Trockenzustand dieser Böden im Sommer hervorgerufen werden. Die klimatischen Verhältnisse in den sizilianischen Gebirgen sind streng kontinentale. Im Jänner und Februar 1929 fegten Schneestürme über diese Kämme dahin. So fand ich ja im März, in den Madonie-Bergen bei Cefalu auf der Nordseite der Insel, einen ganzen Wald von *Quercus ilex* mit von Frost zerfetzten Rinden der Bäume, abgestorben. Nur ein persönlicher Augenschein gibt eine Vorstellung von der Wirkung eines hier plötzlich eintretenden Tauwetters bei gleichzeitigen wolkenbruchartigen Regengüssen, auf die Größe der Bodenbewegung in diesen Bergen. So werden alle feineren Bodenteilchen fortgerissen, die in tiefen Lagen dann den dortigen Kulturen zugute kommen. Deshalb kann nur in diesen Lagen eine zusammenhängende Pflanzendecke entstehen. Ich lernte so die Bedeutung der Größe der Bodenbewegung für ein Pflanzenareal kennen, die mir für die Zusammensetzung der Vegetationsdecke und für die Sukzession der Pflanzen von ausschlaggebender Bedeutung erscheint. Messungen über die Bodenbewegung könnten auch in ostalpinen Gebieten Aufschlüsse in der oben angedeuteten Richtung (Pflanzensukzession) ergeben.

Indem ich diesen Bodenproben destilliertes Wasser bis zur Sättigung zusetzte, versetzte ich diese Böden in den Zustand bei Eintritt einer

---

\* Vgl. Österr. Botan. Zeitschr., Bd. LXXIX, 1930, S. 29.

Regenperiode, in der folgenden Tabelle mit *A* bezeichnet, nach vorangegangener Trockenperiode. Nach Absaugung dieser Lösung wurde durch Zusatz einer größeren Wassermenge (50 ccm auf 15 g Boden) die Probe in den Zustand nach erfolgter Ausschwemmung der Böden durch eine längere Regenperiode versetzt, in der Tabelle mit *B* bezeichnet.

Standort	t°	A			B		
		% fr. Fl.	% Kap.-Fl.	pH	% fr. Fl.	% Kap.-Fl.	pH
Sand mit <i>Romulea bulbocodium</i>	10	2,52	2,87	4,5—5	0,68	0,88	4,5
	30	1,74	2,22	5,—	0,74	0,80	4,5
Wurzelboden v. <i>Erica arborea</i>	10	2,83	2,83	7,5	0,65	1,94	7,—
	30	2,91	2,26	7,5	0,66	1,88	7,—
Wurzelboden <i>Senecio vulgaris</i> forma <i>nana</i>	10	2,38	2,17	6,5	0,84	0,92	5,—
	30	2,03	1,79	5,5	0,80	0,88	5,—
Wurzelboden von <i>Thlaspi gargaricum</i>	10	2,40	2,80	7,5	0,66	1,45	7,—
	30	2,00	2,65	7,5	0,60	1,28	7,—

Gemeinsam haben diese Böden mit den kristallinen Gebirgen Mitteleuropas die nahe beisammenliegenden  $\alpha$ -Werte für verschiedene Standorte. Auch hier ergibt sich also ein Bild großer Gleichmäßigkeit der Gesamtkonzentration der Bodensäfte in weiten Gebieten. Dagegen ist der Unterschied im Aziditätsgrad ein großer, indem die pH-Werte vom stark sauren bis in den leicht alkalischen Bereich hinauf gehen. Groß sind auch an ein und demselben Standorte die Schwankungen der Lösungskonzentration nach Austrocknung des Bodens (*A* der Tabelle) und nach Zufuhr großer Wassermassen (*B* der Tabelle) bei diesen Mediterranböden. Die oberwähnte Kontinentalität des Klimas und die damit in Zusammenhang stehende jährliche Form und jahreszeitliche Begrenzung der Niederschläge ist als Grund dieses Verhaltens der Böden zu betrachten. Von Interesse erscheint mir, daß der in *B* der obigen Tabelle angeführte Zustand der Peloritanböden der Konzentration der Lösungen der Wechselböden nahe kommt. Mit einer Änderung der Form und Verteilung der Niederschläge, im Sinne eines humider, ozeanischer werdenden Klimas, würden diese sizilianischen Gebirgsböden in den Zustand der Böden mitteleuropäischer, kristalliner Berge übergeführt werden, umgekehrt würden die Kristallinböden der Ostalpen durch Änderung der Niederschlagscharaktere in kontinentaler Richtung einem südlicheren Typus zustreben, hiemit aber auch eine Verschiebung der Pflanzenareale des Gebirges bewirken.

#### 4. Gebirgsböden vom Ätna (Basalte).

Die Bodenproben aus diesem Gebiete wurden anfangs August 1927 eingesammelt. Ich nahm sie in 1700 bis 2000 m Seehöhe vom südseitigen

Hänge des Ätna, in der Richtung von Nicolosi gegen das Rifugio hin. Auf den Monti Peloritani ergibt sich Aufforstungsmöglichkeit mit Zypressen, Pinien, *Arbutus*, dort, wo auf ebenen Flächen durch Verhinderung der Bodenbewegung, das Altern des Bodens ermöglicht wird. Auch hier am Ätna fand ich Wald von *Castanea*, *Robinia*, vereinzelten Pinien, sommergrünen Eichen, *Populus tremula* auf Flächen geringerer Neigung, mit alten Laven und vulkanischen Aschen. *Spartium* und *Astragalus aetnensis* besiedeln auch Böden jüngerer Eruptionen. Wie in den Monti Peloritani, so gibt es auch im Ätnagebiet keine Gliederung der Vegetation der Montanregion nach klimatischen Stufen. Während in nördlicheren Bergen, vom Gebirgskamme nach abwärts die metamorphen Produkte der Gesteinshydrolyse in den Oberflächenschichten des Bodens nach dem Tieflande hin im allgemeinen immer mehr zunehmen, liegen in diesen sizilianischen Bergen juvenile und veränderte Böden nebeneinander, in Straßen stärkerer und geringerer Oberflächenbewegung, dementsprechend haben auch die Vegetationsareale ihre Ausdehnung. So steigt auf alten Aschenmassen das Castanetum auf über 2000 m empor, die *Spartium*-Bestände, mit ihnen *Anthemis aetnensis*, *Senecio aetnensis*, noch höher. Nun bedenke man, daß obgenannte sommergrüne Bäume vom Oktober bis weit in den Mai hinein im Schnee stehen, dann folgen einige Wochen reichlicher Wasserzufuhr, hierauf etwa drei Monate Sommersglut. Anfang August fand ich diese Wälder in dem vulkanischen Staube bei einer Mittags temperatur der Bodenoberfläche von 53° im Schatten. Die Blätter waren turgeszent; keine Vergilbung, kein Hitzelaubfall. Dagegen fand ich vierzehn Tage darauf *Populus tremula* im hart getrockneten Lehmboden in Istrien bei einer Oberflächentemperatur max. 35° mit vergilbten Blättern und fortgeschrittenem Hitzelaubfall. Auf die Periode extremer Trockenheit und Insolation folgen dann in den sizilianischen Bergen wieder einige Wochen von Niederschlägen. Man kann sagen, daß die Pflanzen dieser Ätnastandorte im Laufe des Jahres sämtliche „Klimaarten“ der Erdoberfläche mitzumachen haben. Es muß ausdrücklich angeführt werden, daß die folgenden Werte der Standorte von *Spartium* und *Castanea* nicht auf die Wurzelschicht, sondern auf die obersten 20 cm des Bodens des Standortes sich beziehen, wohl aber für die Wurzelschicht von *Senecio aetnensis* in Betracht kommen. In der folgenden Tabelle sind unter A die  $\alpha$ -Werte bei Sättigung des eingebrachten Bodens mit aqua destillata, unter B die  $\alpha$ -Werte nach 14-tägiger, täglicher Durchwaschung der Proben mit 200 ccm aqua destillata angeführt.

Es zeigt der noch vegetationslose Boden höhere  $\alpha$ -Werte gegenüber dem für die Phanerogamenbesiedlung hinreichend gealterten Boden. Betrachten wir die pH-Werte, so ist dieser juvenile Boden offenbar durch SO<sub>2</sub>-Exhalationen deutlich sauer. Die Auswaschung des Substrates macht ihn später besiedlungsfähig. Betrachten wir die pH-Werte allein, so

Standorte	t°	A			B		
		$\frac{z}{fr. Fl.}$	$\frac{z}{Kap.-Fl.}$	pH	$\frac{z}{fr. Fl.}$	$\frac{z}{Kap.-Fl.}$	pH
Boden der Eruptionsperiode 1909/11 v. Cratere Centrale	10	6,15	6,15	6,—	—	1,37	7,5
	30	8,01	8,01	6,5	0,36	1,18	7,—
Boden mit <i>Spartium</i> und <i>Senecio aetnensis</i>	10	2,08	2,11	7,—	—	1,21	7,—
	30	2,29	3,19	7,5	0,35	1,20	—
Boden vom Castanetum	10	2,76	3,08	7,—	—	1,12	6,5
	30	2,84	3,43	7,5	0,25	1,06	6,5

würde für das Ätnagebiet aus diesen Zahlen allein sich kein Aufschluß über die Besiedlungsfähigkeit ergeben. Auch die Peloritani-Böden mit höherer mineralischer Azidität tragen keine Phanerogamen. Vergleichen wir den Boden des *Spartium*- und des *Castanea*-Standortes so finden wir, daß die Temperaturempfindlichkeit des älteren *Castanea*-Bodens eine geringere geworden ist. Es möge noch darauf hingewiesen werden, wie nahe die  $z$ -Werte der Lösungen der von Vegetation eingenommenen Gneisböden der Peloritani und der Basaltböden des Ätna liegen. Während bei der Auswaschung dieser Böden wie sie oben beschrieben wurde, die  $z$ -Werte zuerst rasch sinken, sind bei dem in der Tabelle unter B dargestellten Zustande der Böden, die  $z$ -Werte nur mehr in ganz langsamem Absinken begriffen, so daß selbe als Klimax anzusprechen wären. Die  $z$ -Werte für frische und ältere Laven fallen jetzt zusammen. Bemerkenswert erscheint die Verminderung ihrer Temperaturempfindlichkeit. Diese Zahlen nähern sich sehr den  $z$ -Werten von Bodenlösungen aus dem Castanetum der Somma (Vesuvgebiet).

#### 4. Böden vom Dürnsteinplateau bei Lunz a. See (Karbonatböden)

Während wie ich oben dargelegt habe, die Schieferböden der Bergregion des Wechselgebietes durch eine große Gleichmäßigkeit der Elektrolytkonzentration der Bodensafte charakterisiert sind, zeichnen sich die Gebirgsböden auf Kalk in den Ostalpen durch eine schier verwirrende Mannigfaltigkeit in dieser Hinsicht aus. Die Entwicklung vom reinen Karbonatboden zu Klimaxformen ist eine mannigfaltigere als im Silikatgestein. Wir können, oft nur wenige Meter voneinander entfernt, die verschiedensten Entwicklungsphasen des Bodens nebeneinander finden. Diesen verschiedenen Zuständen entspricht eine verschiedene floristische Zusammensetzung. Im Beginn der Auflösung des Karbonatgesteins ist dieselbe mit der Erhöhung der Außentemperatur eine raschere, da durch die erhöhte Menge der aufgelösten Monokarbonate das Wasser mehr  $CO_2$  aufnehmen kann, wodurch das Monokarbonat in Bikarbonat übergeführt wird. Bei diesem Lösungsvorgange wird der Boden mit Ton und Eisen-Gel angereichert. Verbleibt eine gewisse Menge

dieser Substanzen am Standort, so treten diese Suspensionen in der Bodenlösung in der von mir beschriebenen Weise in Wirkung<sup>8</sup>. Sie erhöhen nämlich die Konzentration der Lösung bei Anwesenheit von überschüssigem Monokarbonat gegenüber einer Lösung ohne Zusatz eines solchen Suspensoids. Auch wissen wir, daß solche Trübungen bei tieferen Temperaturen stärker mobilisiert, also wirksamer gemacht werden. So finden wir Standorte, wo die  $\gamma$ -Werte des Bodensaftes bei tieferer Temperatur höher sind. Auf ruhigen, ebenen Flächen kann nun eine fortschreitende Anhäufung solcher Lehme und Roterden statthaben. So kann es zur Entwicklung von Standorten kommen, wo das Karbonatgestein der Pflanzenwurzel nicht mehr erreichbar ist. Ist aber kein überschüssiges Karbonat mehr vorhanden, so sinkt die Konzentration der Bodenlösung, bis zum Typus elektrolytarmer Böden. In diesem Zustande besteht kein Unterschied mehr zwischen Silikat und Karbonatboden. Während im vorhergehenden Entwicklungsstadium des Bodens seine Flüssigkeit durch die obgenannten Ursachen bei tiefen Temperaturen elektrolytreich ist, wird im echten Lehmboden der Elektrolytgehalt, vor allem das Kali-Jon. mit eiserner Zähigkeit festgehalten. Die freie Flüssigkeit ist hier elektrolytarm und sauer. An solchen Standorten kann mitten in Kalkgebieten eine „kalkfeindliche“ Flora gedeihen, welcher Umstand zu den bekannten Kontroversen in der Standortslehre geführt hat. Die Stadien des geschilderten Entwicklungsganges können nun durch die produzierte organische Substanz modifiziert werden. Ich habe im zweiten Abschnitte dieser Abhandlungen darauf hingewiesen, daß wie überhaupt Suspensioide, so auch Kohle und Humus auf Elektrolytlösungen im Sinne einer Herabsetzung des pH, durch Wegbindung des Kations, also versauernd wirken, und daß die so lange umstrittene Frage der Humussäuren eine einfache Erklärung in obiger Weise gestattet. Ist jedoch Salz, in unserem Falle Karbonat, im Überschusse vorhanden, so tritt die oben besprochene Erscheinung der Lösungsbeschleunigung des Gesteins auch hier ein, die disperse Phase bildet hier die Humusaufschwemmung. Der Humus wirkt also bei Überschuß von Karbonat außer durch die Beschleunigung der Bikarbonatbildung auch durch direkte  $\text{CO}_2$ -Produktion in gleichem Sinne. Da der Zerfall organischer Substanz bei Erhöhung der Temperatur erhöht wird, so muß dadurch die Menge der produzierten, oberflächenaktiven Humussubstanzen und die Produktion von  $\text{CO}_2$  erhöht werden. Aus überschüssigem Karbonat wird also mit erhöhter Temperatur mehr in Lösung gehen, die Konzentration der Bodenlösung wird so bedeutend erhöht. Während Ton bei tieferer Temperatur eine Erhöhung der Konzentration der Bodenlösung bedingt, wirkt Humus umgekehrt bei höherer Temperatur. Je nach dem Mengenverhältnis der

<sup>8</sup> Siehe III. dieser Studien.

beiden Stoffe am Standorte wird der Boden seinem termischen Verhalten nach dem ersten, zweiten oder dritten Typus der von mir gegebenen Bodeneinteilung entsprechen.

## Dürnstein bei Lunz

Standort	t°	nach der Schneeschmelze			Schönwetterperiode			Regenperiode		
		Juni 28			Juli 28 — Okt. 28			Sept. 21 Mai, Juni 29		
		fr. Fl. z	kap. Fl. z	pH	fr. Fl. z	kap. Fl. z	pH	fr. Fl. z	kap. Fl. z	pH
1. Kalkiger Grus mit <i>Saxifraga aizoon</i>	10	1,50	—	8—8,5	1,30	—	8	0,76	—	8
	30	1,38	—	8	1,30	—	8	0,76	—	8
2. Isolierter Polster von <i>Silene acaulis</i>	10	1,50	1,60	8	0,70	1,08	7	0,81	1,30	7,5
	30	1,30	1,86	7,5—8	0,92	2,00	7—7,5	0,90	2,18	7—7,5
3. Wurzelboden von <i>Dryas octopetala</i>	10	2,84	3,32	8	1,88	1,96	7	1,50	2,89	7,5
	30	1,98	2,16	7,5	1,69	1,88	6,5—7	1,86	2,60	7
4. <i>Rhododendron</i> -Humus mit <i>Saxifraga rotundifolia</i>	10	2,20	2,60	7	0,98	2,10	6	2,03	2,20	6
	30	2,16	2,46	6,5	2,09	2,31	5,5—6	2,63	5,31	5,5
5. Wurzelboden v. <i>Rhododendron hirsutum</i>	10	2,96	3,28	8	2,80	2,84	8	2,64	3,60	8—8,5
	30	2,00	2,56	7	2,72	2,70	7,5	2,50	3,37	7
6. Lehmbige Braunerde mit <i>Achillea clavennae</i>	10		1,12	7,5	0,48	0,60	7—6,5	0,48	0,87	7
	30		1,00	1,03	7,5		0,60	7—6,5	0,48	0,88

Standort 1 und 2 liegen auf dem Südhang, 3 bis 6 auf dem Nordhang des Dürnsteingipfels. Standort 6 um 200 Meter tiefer. Allgemein zeigen diese Werte die bedeutend höheren Konzentrationen des Karbonatbodens gegenüber dem Schiefer des Wechselgebietes. Von diesem und den Gneisböden der Monti Peloritani sind sie aber außerdem durch die großen Konzentrationsverschiedenheiten, auch von nahe nebeneinander liegenden Standorten, verschieden. Die Schwankungen der Sätekonzentration am selben Standorte sind erhebliche. Gerade dieser Umstand aber ist für diese Standorte besonders charakteristisch und er scheint mir für die Vegetation, die diese Standorte besiedelt, von größerer Bedeutung zu sein, als die absoluten Werte der Elektrolytkonzentration, die beim Karbonatboden nur für einen bestimmten Zeitpunkt Geltung haben können. Solche Absolutwerte werden nur zu genau definierten Außenbedingungen Sinn und Bedeutung gewinnen. In Übereinstimmung mit den Silikatböden finden wir die Wirkung der

Schneeschmelze im Sinne einer Erhöhung der  $\alpha$ -Werte der Bodenlösung. Später liegen die  $\alpha$ -Werte der Bodensafte von verschiedenen Untersuchungen am selben Standort, unabhängig von der Jahreszeit einerseits bei Schönwetter anderseits bei Regen näher beisammen, daher wurden ihre Mittel in der obigen Tabelle zusammengefaßt. Bei den ersten mit diesen Böden gemachten Versuchen zeigte es sich, daß die Konzentrationswerte des Bodensaftes höher waren, wenn die Böden nicht gleich untersucht, in gut verschlossenen Glasgefäßen etliche Tage standen. Die Gefäße mit solchen Bodenproben, dürfen nur mit leichtem Watteverschluß, am besten nur in Papier eingewickelt, eingebracht werden. Versuche mit Einleiten von  $\text{CO}_2$  in die Proben hatten ergeben, daß es sich zweifellos bei den obigen Veränderungen um eine Anreicherung von  $\text{CO}_2$  in geschlossenen Gefäßen gehandelt hatte. So verstehen wir, daß wir an den Standorten 2 bis 6 nach Regen eine bedeutend höhere Konzentration des Bodensaftes finden als bei schönem Wetter. Während für den Silikatboden das  $\text{CO}_2$  der Luft nur eine untergeordnete Rolle zu spielen scheint — Einleiten von  $\text{CO}_2$  in eine Aufschwemmung des Wechselgruses brachte den  $\alpha$ -Wert von 0.71 auf 0.83 (Erhöhung des  $\alpha$ -Wertes durch die  $\text{H}^-$ ,  $\text{HCO}_3^-$ -Ionen) — konnte eine Probe von *Dryas*-Boden vom Trockenzeitwert mit 1.8 auf 2.9 für  $\alpha$ , hinaufrücken. In diesen Karbonatböden greift der dritte Anteil des Bodensystems, die gasförmige Phase und somit auch die atmosphärischen Vorgänge, in die Prozesse der Wurzelsphäre der Pflanze ein. Während ROMELL und LUNDEGARDH<sup>9</sup> beim Gasaustausch in natürlichen Böden ausschließlich die Diffusion als wirkend betrachten, kann dies nach den neuen Untersuchungen von WILHELM SCHMIDT und LEHMANN<sup>10</sup> (untersucht wurde ein Sandboden) nicht mehr als allgemein richtig gelten. Die Druckschwankungen im Freien und ihr Eindringen in den Boden bedingen Massenverschiebungen. Bei sinkendem Druck tritt Luft aus dem Boden aus, in einer Menge proportional der Druckverringerung einerseits, dem Gehalt an beweglicher Luft im Boden andererseits. Bei steigendem Druck wandert Luft im entsprechenden Ausmaß in den Boden hinein. Dieser Vorgang entspricht dem Atmungsvorgang und wird als Bodenatmung bezeichnet. Dieser Zusammenhang mit den zeitlichen Änderungen des Wetters hängt außerdem vom Bodenzustande ab. Erhöhter Wassergehalt, vermindert durch Abschluß den zum Austausch kommenden Betrag der Bodenluft. Was diese Untersuchung für Sandböden ergab, wird wohl allgemein für lockere Böden, also auch trockenen Humus gelten. Einschlägige Untersuchungen an einem solchen System mit zunehmendem Wassergehalte werden von Wert sein. Zufolge des im Karbonatboden wirkenden Puffer-

<sup>9</sup> LUNDEGÅRDH, Klima und Boden, Jena (Fischer), 1926.

<sup>10</sup> W. SCHMIDT und P. LEHMANN, Versuche zur Bodenatmung. Sitz.-Ber. d. Ak. Wiss. Wien, math. natw. Klasse, Abt. IIa, 138. Bd., 1929.

systems  $\text{Ca CO}_3$  wird ein Teil der produzierten  $\text{CO}_2$  zur Bildung  $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$  des Bikarbonats gebunden. Da die Konzentration der Bodenlösung, wie die obige Tabelle und ebenso die folgende, die die Resultate der Untersuchungen von Bodenproben aus dem Lechnergraben bei Lunz darstellt, bei Regenwetter gegenüber dem schönen Wetter größer ist, so muß daraus geschlossen werden, daß der Atmungsvorgang im Humusboden durch Wasseraufnahme verändert wird: im Sinne einer Verringerung des Gaswechsels, wodurch eben eine  $\text{CO}_2$ -Anreicherung erfolgt, die mit steigender Temperatur noch weiter erhöht werden kann. Gleichzeitig wird, wie eingangs dieser Abhandlungen erwähnt wurde, bei dem Temperaturintervall von  $20^\circ$  die  $\text{CaCO}_3$ -Auflösung verdoppelt. Mit der Erhöhung der Konzentration der Bodenlösung wird aber wieder die Atmung der Organismen erhöht. Die Atmungserhöhung bedingt aber wieder eine Steigerung der Wasseraufnahme. Diese bedingt bekanntlich eine Produktionssteigerung der Pflanze. Hier scheint nun zum ersten Male eine Kette von Zusammenhängen und Vorgängen außerhalb und innerhalb des Organismus auf, die eine messende Beschreibung ermöglichen wird, die das Ziel einer exakten Standortslehre in Hinkunft werden wird. Betrachten wir die Standorte am Dürnstein im einzelnen, so sehen wir deutlich voneinander verschiedene Bodentypen. Wurde dem trockenen Mineralboden (Standort 1) aqua destillata, 3 cem auf 18 g Boden, zugefügt, so zeigt er eine höhere Lösungskonzentration als nach einer Regenzeit. Beim Verwitterungsvorgang wird das bei Regen ins Gestein aufgenommene Wasser, bei Trockenwetter zufolge der jetzt an der Oberfläche des Gesteins stattfindenden Verdunstung, als Lösung an die Gesteinoberfläche zurückgesaugt. Beim Abdunsten bleibt eine lockere Kruste des Ca-Karbonats zurück, die bei erneuter Benetzung wieder in Lösung geht. Diese Lösung fließt ab und bei weiterem Niederschlag senkt sich die Konzentration der Lösung wie dies der Versuch bei Schlechtwetter zeigt. Das genaue Gegenteil hat an den Standorten 2 bis 6 statt. Wir sehen hier eine Zunahme der  $z$ -Werte mit Erhöhung der Menge der Bodenflüssigkeit, sogar bei Zufügen von 6 bis 7 cem aqua destillata auf 20 g Boden, zufolge der Verhinderung der  $\text{CO}_2$ -Abdunstung. Die Böden entsprechen so dem Schlechtwetterzustande. Andererseits zeigten Proben, aus denen durch Auflockern des Humus eine Entleerung des  $\text{CO}_2$  erfolgte und die dann offen im  $10^\circ$  Versuche standen, eine deutliche Senkung der  $z$ -Werte der Lösung gegenüber Proben, die in den Epruvetten festgedrückt und zugedeckt dem Temperaturbade ausgesetzt, untersucht wurden. Besonders bei solchen Böden mag es begreiflich erscheinen, daß frühere Bodenuntersuchungen wegen der verwirrenden Mannigfaltigkeit so wenig brauchbare Resultate für die Standortslehre geboten haben. Proben 4 und 5 stammen vom gleichen Standorte und

sind mit dem Bodenbohrer entnommen, so daß Probe 4 das obere, Probe 5 das untere Ende des Profils darstellt. Außer dem Unterschied in den  $\alpha$ -Werten sehen wir bei einer Distanz von 45 cm die Bodenoberfläche mit *Saxifraga rotundifolia* sauer, das untere Ende des Profils mit der Wurzelregion des *Rhododendron hirsutum* dagegen ausgesprochen alkalisch. Die Zeit der Schneeschmelze weicht vom späteren Zustand an allen Standorten deutlich ab. Der Standort 1 und besonders Standort 6 zeigen sich später thermisch indifferent, gehören also dem Typus 2 meiner Einteilung an. Der *Silene*-Polster und der *Rhododendron*-Humus entsprechen einem Boden vom Typus 1. Der Boden der Wurzelsphäre von *Dryas* und *Rhododendron* gehört dem Typus 3 an. Außer durch die geringe Konzentration des Bodensaftes, wodurch der Standort von *Achillea Clavennae* sich den Verhältnissen auf den Silikatböden nähert, fällt er durch seine geringe Empfindlichkeit gegenüber dem Wechsel der Außenfaktoren auf. Dieses Verhalten erscheint einerseits dadurch bedingt, daß er als Verwitterungsrest des Karbonathobens sich dem lehmigen Klimax nähert, andererseits ist er auch humusarm. Von solchen Lehmböden müssen wir annehmen, daß ihre Atmung mit dem fortschreitenden Altern auf immer niedrigere Werte im Sinne bloßer Diffusion nach ROMELL (a. a. O.) herabsinkt, bis der Gaswechsel in strengen Tonen ganz aufhört. Das sogar durch Kristallgitter diffundierende Helium ist nach G. KIRSCH<sup>11</sup> in den amerikanischen Ölfeldern im Laufe einer geologischen Epoche nicht imstande gewesen, durch eine tonreiche Gesteinsschicht von wenigen km unter einer flachen Antiklinale, zu diffundieren. Hier springen große Probleme, hinsichtlich der Wurzelatmung und der Wurzeltätigkeit der Pflanzen überhaupt, in tonigen Böden auf. Die Untersuchung der Atmung solcher Böden nach der Methode W. SCHMIDTS (a. a. O.) wird so von dringender Notwendigkeit. Werden solche feinkörnige Böden mit Wasser übersättigt (6 ccm auf 15 g Boden), so zeigt sich eine neue, nicht weniger bedeutungsvolle Erscheinung, wenn die Absaugung der Bodenlösung — die Probe war wie bei allen Versuchen einen Tag bei der Versuchstemperatur samt Flüssigkeit gehalten worden — nicht in toto, sondern fraktioniert vorgenommen wurde. Während die ersten Entnahmen der Bodenflüssigkeit die gleichen  $\alpha$ -Werte, wie die in der obigen Tabelle für den regennassen Boden angeführten, ergaben (0,87 bzw. 0,88), eine für dieses Bodengebiet seltene Treue, zeigen die zuletzt abgesogenen Flüssigkeitsreste eine Senkung der  $\alpha$ -Werte auf 0,50 bzw. 0,62. Das pH zeigt gleichzeitig eine Erhöhung von 6,5 auf 7. Es wird mit fortschreitender Verminderung der kapillar festgehaltenen Flüssigkeitsmenge die Konzentration der Bodenlösung vermindert. So konnte BOUYONCOS für die Kapillarflüssigkeit

---

<sup>11</sup> G. KIRSCH, Geologie und Radioaktivität, Berlin-Wien (Springer), 1928.

eine tiefere Konzentration finden als für das Sickerwasser<sup>12</sup>. Zuerst wird der äußere Flüssigkeitsmantel der Tonteilchen abgesaugt, dann tritt eine Deformation der Partikeln ein, die ja auch bei der Eintrocknung von Ton statthat. In den jetzt zur Entfernung kommenden inneren Wasserhüllen ist bereits die Wegbindung des Ca durch das Aluminat wirksam, so daß nur eine stark verdünnte Lösung, hauptsächlich des hier angereicherten  $\text{Ca(OH)}_2$  entfernt werden kann mitsamt Resten von Elektrolyten, aus den äußeren Hüllen. Ich führe nun zum Vergleiche die  $\alpha$ -Werte eines Lehms vom Raxplateau (Semmeringgebiet) an, der von einem darüberliegenden Schneefleck mit Schmelzwasser versorgt wurde.

Erste Absaugung:	$\alpha$	$\left\{ \begin{array}{ll} 10^\circ & 2,56 \\ 30^\circ & 2,49 \end{array} \right.$	pH 7,5 bis 8
Zweite Absaugung:	$\alpha$	$\left\{ \begin{array}{ll} 10^\circ & 0,71 \\ 30^\circ & 0,69 \end{array} \right.$	pH 8
			pH 8

Die  $\alpha$ -Werte der äußeren Hüllen zeigen die Wirkung von Frost und Schmelzwasser, die inneren scheinen davon kaum beeinflußt und nähern sich den oben angeführten Werten des entsprechenden Bodens vom Standort 6, Dürnstein. Auch habe ich bereits im ersten Abschnitt dieser Studien darauf hingewiesen, daß lehnige Böden (Narzissenwiese gegen Rehbergsattel bei Lunz) selbst bei großen Wassergaben zufolge Änderung der Bodenstruktur, wie sie durch Bodenbewegungen, Regengüsse statthat, eine geringe Änderung in der Konzentration ihrer Kapillarflüssigkeit erfahren.

##### 5. Böden aus dem Lechnergraben bei Lunz (Dolomit).

Die Besiedlung dieses Grabens, der mit Nordwestexposition ins Ybbstal mündet, mit alpiner Vegetation, ist ja, was allgemein für solche Dolomitstandorte in den Ostalpen gilt, unabhängig von der Seehöhe und so geht z. B. *Aethrothamnus chamaecistus* auch hier bis ins Ybbstal herab. Oben endet der Graben mit einer Steilstufe. Darauf folgt dann Gutensteiner Kalk. Mit dem Aufhören des Dolomits hört auch die alpine Vegetation auf und so betritt man auf dem Dachsteiner Kalk, in sanfterer Neigung, ein hochstämmiges Fagetum. Dieser Vegetationswechsel von alpinen Sträuchern zum subalpinen Laubwald nach oben hin, mit dem Bodenwechsel von Dolomit auf Kalk, ist eine regelmäßige Erscheinung in den Ostalpen. Der Zusammenhang zwischen Dolomit- und alpiner Vegetation ist also ein unbestritten. Von dem

<sup>12</sup> BOUYONCOS, Soil Science, 11, 1920, Seite 131.

Ende November 1929 eingebrochenen Bodenmaterial wurde je eine Hälfte bei dem jetzt einsetzenden Frostwetter unter einer Glasglocke 3 Tage lang im Freien gelassen und hierauf mit Zusatz von 2 ccm aqua destillata auf 18 g Boden, bei 10° bzw. 30° Außentemperatur zum Schmelzen gebracht und wie stets nach einem Tag Versuchsdauer untersucht. Die in der 3. Kolonne der Tabelle angeführten  $\alpha$ -Werte zeigen eine bedeutende Erhöhung der Leitfähigkeit gegenüber den nicht dem Frost ausgesetzt gewesenen Parallelversuchen der 2. Kolonne. Es nähern sich die  $\alpha$ -Werte der Kapillarflüssigkeiten von den Standorten 2, 3, 4 der künstlich gefrorenen Proben den Werten bei der Schneeschmelze, die im April 1928 erfaßt werden konnte. Von besonders großer Amplitude ist der  $\alpha$ -Wert der freien Flüssigkeiten. Große Konzentrationsschwankungen zeigen auch die  $\alpha$ -Werte der Quellflur. In diesem ständig durchflossenen Boden liegen die Verhältnisse ganz verschieden von den Böden mit intermittierender Zirkulation. Im Schmelzwasser haben wir dort die niedersten  $\alpha$ -Werte. Hier hat keine CO<sub>2</sub>-Anreicherung unter der Schneedecke und keine Veränderung der Bodenstruktur durch Gefrieren der obersten Bodenschicht stattgehabt. Daß der Dolomitboden ein noch empfindlicheres Substrat gegenüber den klimatischen Faktoren darstellt als der Kalk, hat wohl seinen Grund darin, daß die Löslichkeit des MgCO<sub>3</sub> eine nahezu 10 mal größere ist als die des CaCO<sub>3</sub>; so ist auch die thermische Empfindlichkeit eine größere. Auch ist der Dolomit durch den geringen Gehalt an Al- und Fe-Gelen ausgezeichnet, so daß sich keine Standorte mit größerer Tonanhäufung ausbilden. So fehlt es dem Lechnergraben an solchen Standorten mit Elektrolytarmut und Temperaturindifferenz, es fehlt der Standort mit *Achillea clavennae*. Die pH-Werte zeigen ganz allgemein den stark alkalischen Charakter dieser Standorte. Das stark anastatische Verhalten des Dolomitsubstrats macht einer größeren Ausgleichsfläche Platz sowie wir auf den Gutensteiner Kalk überreten; hierüber wird in einem anderen Teile dieser Studien abgehandelt werden. Brücken von diesem Boden, die in einer früheren Periode über den Dolomit solcher Gräben ins Haupttal hinabgingen, ermöglichen es dem Laubwald, den Graben aufwärts zu besiedeln. Solche Laubwaldreste sind auch im Lechnergraben zu finden. Ohne an einen Klimawechsel zu denken, hat wohl eine Wasserkatastrophe genügt, um diese Brücken abzutragen und hiemit den Dolomitboden für die sieghafte Konkurrenz der alpinen Vegetation freigelegt, die dessen stark anastatischen Charakter verträgt. Besonders groß sind die Schwankungen der  $\alpha$ -Werte einzelner Messungen vom Standort 1, wo auch bei hochsommerlichem Trockenwetter eintretende Salzausscheidungen aus dem Gestein es sind, die durch die  $\alpha$ -Werte obiger Beobachtungen zum Ausdruck kommen. Die folgenden Beobachtungen beziehen sich auf Standorte von *Rhodothamnus chamaecistus* in der Einöd, Ybbstal bei Lunz, und stellen Werte

Lechnergraben bei Luuz

für eine Regenwetterperiode des April 1928 und eine Trockenperiode im Juli desselben Jahres dar.

		✗ freie Fl.	✗ Kapillarfl.	pH
April	10°	2,38	1,79	8 bis 8,5
	30°	2,31	2,88	8
Juli	10°	1,84	2,20	7,5 bis 8
	30°	3,32	6,19	8

### 7. Böden vom Gran Sasso d'Italia.

Ich habe bei der Besprechung der sizilianischen Gebirgsböden darauf hingewiesen, daß hier die Vegetation einem jüheren Wechsel der Außenfaktoren, so auch des Bodenzustandes ausgesetzt ist, als in nördlicheren Breiten während der Aperzeit. Die Untersuchungen über die Karbonatböden der Lunzer Umgebung haben uns gezeigt, daß diese Böden hinsichtlich ihrer Elektrolytkonzentration, wie auch durch die größeren Konzentrationsschwankungen am selben Standort sich den Gneisböden Siziliens mehr nähern als den kristallinen Böden des Wechselgebietes. Es scheint hier ein neues edaphisches Moment auf, das die Erscheinung des Vordringens südlicher Florenelemente nach Norden auf Kalk, in Beziehung zu den Eigenschaften des Karbonatbodens setzt. Bei der starken Empfindlichkeit des Karbonatbodens gegenüber den Außenfaktoren wird er auch von den vordringenden Pionieren einer Assoziation rascher und leichter umgeformt werden und so das Vordringen der folgenden Arten, im Sinne einer Sukzession vom elektrolytreichen zum elektrolytarmen Substrat, erleichtert werden, gegenüber dem im mittel-europäischen Klima stabileren, elektrolytarmen Boden des Kristallins. Das Kalkhochgebirge des Gran Sasso Mittelitaliens ist durch eine noch größere Mannigfaltigkeit der Standortscharaktere ausgezeichnet als die im vorigen Abschnitt behandelten Lunzer Berge. Vor allem weist der Nord- und Südhang dieser Berge voneinander vollkommen verschiedene Verhältnisse auf. Sommergrüne Eichen und ein schmales Band strauchförmiger Buchen sind auf der Südseite nur in vor Bodenbewegungen geschützten Schluchten bis auf zirka 1900 m beschränkt. Sonst finden sich in den kahlen Felshängen nur Pölster von Kräutern, Gräsern und Stauden der Steinheide. Bei dem jühen Wechsel von Schnee und Frost, plötzlichem Abschmelzen und Wolkenbrüchen ist der Boden bis in den Sommer hinein an manchen Stellen in ständiger Bewegung. An geschützteren Stellen wird feineres Material angehäuft, das gegen den Sommer hin erst gespannt und gefestigt, später durch Trockenrißbildung wieder entspannt wird, bis es schließlich durch Verlust aller mobilisierbaren Feuchtigkeit an der Oberfläche zerstäubt. Anders die Nordflanke dieser Berge: Schöner Buchenwald, der auf zirka 1700 m Seehöhe abbricht.

Die Bildung von Vegetationsstufen erscheint auch hier eingeschränkt durch das Fehlen von *Pinus montana* und *Rhododendron*-Beständen. In der sonndurchglühten Heide der Südseite stehen *Helichrysum angustifolium*, *Cirsium italicum*, *Scrophularia canina*, *Scrophularia Scopolii*. Jenseits des Kamms fand ich neben Schneeflecken in kühlfrechter Atmosphäre, Lufttemperatur 14°, Bodenoberfläche 9,8°: *Soldanella alpina*, *Silene acaulis*, *Silene pusilla*, *Aster alpinus*, *Myosotis alpestris* blühen. Im Gegensatz zu den humusarmen Heideböden des Südhangs findet auf der Nordseite Humusbildung statt. Es herrschen also für die Vegetation des Nordhangs Verhältnisse wie in alpinen Gebieten.

Standort	t°	A		B	
		$\alpha$ freie Fl.	$\alpha$ Kap.-Fl.	$\alpha$ freie Fl.	$\alpha$ Kap.-Fl.
1. Wurzelboden von <i>Dryas octopetala</i>	10°	1,64	2,77	—	2,87
	30°	1,29	2,49	1,29	2,49
2. Wurzelboden von <i>Silene acaulis</i>	10°	0,71	1,70	—	1,64
	30°	1,42	2,55	—	2,58
3. Wurzelboden von <i>Cirsium italicum</i>	10°	2,04	1,29	0,39	1,16
	30°	2,19	1,61	0,42	1,19
4. Wurzelboden von <i>Helichrysum angustifolium</i>	10°	3,00	2,87	0,84	2,10
	30°	3,10	4,80	1,09	2,02

Da die Proben erst 18 Tage nach Einholung untersucht werden konnten, ging ich bei der Versuchsdurchführung folgendermaßen vor:

Um die angesammelte CO<sub>2</sub>-Menge abdunsten zu lassen, standen die Versuche in offenen Schalen durch 5 Tage bei den Versuchstemperaturen. Am fünften Tage wurden nun die Proben mit destilliertem Wasser so weit übersättigt, daß einige Tropfen freies Wasser durch den Trichter durchliefen. Der Rest der Böden blieb noch sechs Stunden in der Versuchstemperatur, dann wurde die Kapillarflüssigkeit abgesaugt. Da die thermische Empfindlichkeit der Wurzelböden von *Dryas* und *Silene* den Erfahrungen an den entsprechenden Standorten vom Dürnstein entspricht, so scheinen mir die in der obigen Tabelle angeführten  $\alpha$ -Werte immerhin einen Vergleichswert zu haben. Der Vorgang bei der Austrocknung und Krümelbildung lehmhaltiger Böden, zu denen auch unsere Böden vom Standort 3 und 4 gehören, ist ein Dehydrierungsprozeß. Dieser hat bei höheren Temperaturen statt. Dabei wird eine gewisse Menge von gebundenem Wasser frei, das aus weiten Kapillaren, aus TrockenrisSEN des Bodens austreten kann. Läßt man eine Schale Tonaufschwemmung bei 30° eintrocknen, so finden wir in einem bestimmten Zeitpunkte am Boden der Schale eine kompakte Tonmasse abgesetzt, von einer Schicht freien

Wassers überlagert. Ist in dieser Flüssigkeit noch ein Überschuß von Salzen vorhanden, so kommt es zum Auskristallisieren derselben. In Steppen kommt es so bei eintretendem Regen zu einer starken Konzentration der Bodensäfte: A der Versuche. Wurde neuerlich destilliertes Wasser im selben Ausmaße zugefügt, und wieder abgesaugt, so sanken die  $\pi$ -Werte, d. h. nach erfolgter Quellung der ausgetrockneten Böden tritt ein neuer Gleichgewichtszustand zwischen Fest und Flüssig ein. Wird nun nochmals destilliertes Wasser zugefügt, so ändert sich die Konzentration der Bodenlösungen kaum mehr wesentlich. Der Boden steht jetzt im Gleichgewichtszustand, wie ihn die Böden der humiden Nordseite sofort zeigten: B der Versuche. Im Gegensatz zu diesem Verhalten zeigen die Proben der humiden Nordseite keine wesentliche Änderung der Konzentration nach der zweiten Wassergabe in B. Die floristische Verschiedenheit der Nord- und Südseite findet so ihren Ausdruck im Verhalten des Bodens.

### 8. Der Boden des *Leontopodium*-Standortes auf dem Altipiano di Ternova

Der subalpine Hochwald auf dieser östlich von Görz gelegenen Hochfläche von 1000 bis 1300 m bricht gegen den Plateaurand hin ab, um der Karstheide Platz zu machen, die bald in breiterem, bald in schmälerem Saume über die Steilhänge des Plateaus hinab mit der tieferen Karststufe in Verbindung steht. In der Lokalität Kucelj—Caven sind in die Karstheide Enklaven montaner und alpiner Pflanzen eingeschaltet, mit *Centaura montana*, *Trifolium alpestre*, *Saxifraga aizoon*, *Saxifraga crustata*, und *Leontopodium*.

Anlässlich photometrischer Untersuchungen in diesem Gebiete<sup>13</sup> stellte ich wohl die besonders hohen Lichtintensitäten in diesem Areal fest. Doch konnte bei dem bunten Nebeneinander so verschiedener Pflanzengesellschaften — im Steilabfall des Plateaus steht *Campanula pyramidalis* — natürlich der hohe Lichtgenuss nicht allein als auslesender Faktor in Betracht kommen. Ich machte am 7. Juli 1911 am obigen *Leontopodium*-Standort folgende Beobachtung:

Es herrschte windstilles, warmes Wetter, Lufttemperatur in 1,5 m Höhe über dem Erdboden um 13<sup>h</sup> 20,5°, Oberflächentemperatur der Kalkfelsen 39,7°. Gegen 13<sup>h</sup> 45 setzte Luftbewegung vom Tal herauf auf den Plateaurand ein. Plötzlich fegte mit einem Windstoß vom Osten kommend, über den Plateaurand eine mächtige Staubwolke daher, die mich bald einhüllte. Die Kassette meiner Instrumente wurde weggestoßen und war, nachdem der Wirbelwind vorbeigedreht war, mit feinem Sande

<sup>13</sup> J. FURLANI, Das Lichtklima im österreichischen Küstenlande. Denkschr. Akad. Wien, Bd. 93, 1916.

bedeckt. Die Lufttemperatur war auf 16,3° gesunken. WEGENER beschreibt so entstehende Wirbel als Kleintromben<sup>14</sup>. Offenbar hatte die aus dem Tale auf den Steilhang heraufgehende Luftbewegung den Initialimpuls zur Wirbelentstehung gegeben. Es war klar, daß dieser Standort innerhalb einer halben Stunde verändert war, nicht nur hinsichtlich der Temperaturverhältnisse, sondern auch der Boden mußte durch die Staub- und Sandzufuhr eine Veränderung erlitten haben. Weiter östlich liegen, in Nischen der Kalkfelsen zusammengewehnt, Massen von lockerem, grauem, sandigem Detritus, die durch die Trombe offenbar aufgewirbelt und von denen Material nach meinem Beobachtungsort herübergewehnt worden war. Die folgenden Leitfähigkeiten sind aus Bodenproben dieses Edelweißstandortes gewonnen, die Ende August 1928 in dem heißen, trockenen Sommer eingesammelt wurden. Die Behandlung der Proben, die nach zehn Tagen untersucht wurden, war die gleiche, wie die des Materials vom Gran Sasso.

Standort	t°	A			B		
		$\alpha$ fr. Fl.	$\alpha$ Kap.-Fl.	pH	$\alpha$ fr. Fl.	$\alpha$ Kap.-Fl.	pH
<i>Leontopodium</i>	10	3,57	4,88	8,—	2,30	3,64	8
	30	4,69	4,69	8—8,5	2,05	3,52	8
Fagetum, Boden- oberfläche	10	1,88	2,47	7,5	1,59	2,41	7,5
	30	1,80	2,25	7—7,5	1,70	2,00	7,5

In A der Tabelle sind wieder die  $\alpha$ -Werte nach der ersten Übersättigung mit destilliertem Wasser (bis zum Durchlaufen einiger Tropfen Flüssigkeit durch die Nutsche), in B die  $\alpha$ -Werte nach der erfolgten Absaugung und neuerlichem Zusatz von 10 ccm destilliertem Wasser zu 18 g Boden angeführt. Mit dem sandigen Boden des Edelweißstandortes wurde das Verhalten des Waldbodens von Buche—Tanne aus dem Plateauinnen verglichen. Die Verschiedenheit des Verhaltens der beiden Böden ist deutlich genug. Verglichen mit dem Waldboden, der gegenüber der Wasserzufuhr gut gepuffert erscheint, fällt der Boden des *Leontopodium*-Standortes durch die hohe Konzentration der Bodenlösungen bei Zusatz von Wasser in der Periode der Sommerdürre auf. Nach Entfernung dieser Lösungen sinkt die Konzentration rasch, wie uns dies von Standorten, an denen Salzausscheidungen in der Trockenperiode statthaben, bekannt ist. Es stehen also die Leontopodien auf steppenartigem Boden. Der sommerliche Wassermangel, die zu dieser Zeit auf den Plateaurand heraufwehenden, austrocknenden Aufwinde, besonders aber das Ausschütten von Staub und Sand an bestimmten Örtlichkeiten in der oben beschriebenen Weise, haben hier besondere klimatische Verhältnisse

<sup>14</sup> A. WEGENER, Wind- und Wasserhosen in Europa. Braunschweig (Vieweg), 1917.

geschaffen, durch die die Oberfläche des Bodens einer ständigen Erneuerung und einem ständigen Wechsel zugeführt wird, wie sie in Steppen statthaben. So erscheint es verständlich, daß an solchen Standorten dieses Gebietes sich Pflanzen, deren Heimat die zentralasiatischen Hochsteppen sind, nach Abklingen des Diluviums erhalten konnten. Raumkonkurrenz konnte ihnen nur aus anderen Steppenbewohnern, den Pflanzenformen der Karstheide, aber nicht aus Formen des subalpinen Waldes erwachsen. So sehen wir die Begrenzung der Pflanzenareale auf dem Ternovaner Plateau, hier Steppe, dort Wald, deutlich durch eine Kette klimatisch-edaphischer Faktoren bedingt. Die Beschränkung des Waldes aufs Innere des Plateaus ist eine natürliche.

### Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Der Vergleich der Elektrolytkonzentrationen der Bodenlösungen von Standorten von *Rhododendron ferrugineum* und *Rh. hirsutum* in den Ostalpen zeigt, unabhängig von der Art des anstehenden Gesteins, eine Gruppierung der Werte der *Rh. ferrugineum* Standorte als elektrolytarmen Milieus gegenüber den Werten von Standorten des *Rh. hirsutum*, als elektrolytreicheren Milieus.

2. Im Hochsommer geht in der kristallinen Zone der Alpen ins frei abfließende Wasser vom Gestein nichts in Lösung (Beobachtungen in den Stubaier Bergen und im Hochwechselgebiet). Die  $\alpha$ -Werte für diese Gesteinsflüssigkeiten liegen bei 0,2 bis 0,4, das ist 15 bis 30 mg/l und entsprechen längere Zeit frei gestandenem, durch Flugstaub verunreinigtem Regenwasser. Die Mobilisierung der Elektrolyte erfolgt hier bei tiefen Temperaturen, durch Frost und nachfolgendes Auftauen.

Der vegetationsbedeckte Boden zeigt in der Zeit der größten Mobilisierung der Elektrolyte deutliche Temperaturrempfindlichkeit. In den elektrolytarmen Böden herrscht eine große Übereinstimmung der  $\alpha$ -Werte der Bodenflüssigkeiten an den verschiedenen Standorten. Zur Zeit der höchsten Gesamtkonzentration der Bodenlösungen sind auch die pH-Werte am höchsten. — Wie die Gesamtkonzentration der Elektrolyte, so unterliegt auch die Wasserstoffionenkonzentration an manchen Standorten großen Schwankungen während der Vegetationsperiode.

3. Auch für die Gneisböden der Monti Peloritani (Sizilien) liegen die  $\alpha$ -Werte der Bodenflüssigkeiten verschiedener Standorte nahe beisammen.

Im Gegensatz zu den nördlichen Schieferböden sinken die Elektrolytkonzentrationen durch Auswaschung für diese Böden sehr rasch. Die pH-Werte liegen von 4,5 bis 7,5.

4. Vegetationsloser Basalt des Ätna zeigt hohe Werte für  $\alpha$  bei Sättigung des Bodens mit Wasser. Wesentlich tiefer liegen die  $\alpha$ -Werte für Phanerogamenvegetation bei Sättigung des Bodens mit Wasser.

mg Äquivalente im 1 und mg der im 1 gelösten Elektrolyte:\*

Bodenart	Bodenzustand und Witterungsverhältnisse	Freie Bodenflüssigkeit		Kapillarflüssigkeit des Bodens mg Äquiv.   mg/l	pH
		mg Äquiv.	mg/l		
Vegetationsloser Boden, Schiefer des Hochwechselns	Schneeschmelze nach der Schmelze Trockenperiode	0,35 0,16—0,22 0,27—0,28	26 12 — 16 20,25—21	0,36—0,42 0,30—0,36 0,80—0,82	27 — 31,50 22,5 — 27 61,5 — 61,5
Vegetationsbedeckter Schieferboden des Hochwechselns	Schneeschmelze nach der Schmelze Trockenperiode	0,59—0,70 0,18—0,22 0,27—0,35	53 13,5 — 16 20,25—26,25	0,81—1,02 0,34—0,42 0,47—0,50	76,5 — 31,5 5 — 6 25,5 — 35,3
Vegetationsbedeckte Gneisböden der Monti Peloritani	Zustand nach Trockenperiode Zustand nach Regenperiode	1,74—2,91 0,60—0,84	130,5 — 218,25 45 — 63	1,79—2,87 0,80—1,94	134,25—215 — 145,5
Vegetationsloser junger Basaltboden vom Ätna	mit Flüssigkeit gesättigt	6,15—8,01	451,25—60,75	6,15—8,01	451,25—600,75 6 — 6,5
Alter Basalt mit Vegetation vom Ätna	mit Flüssigkeit gesättigt	2,08—2,84	156 — 213	2,11—3,43	158,25—257,25 7 — 7,5
Vegetationsbedeckter Kalkboden vom Dürnstein (Lanz)	Schneeschmelze Aperzeit	1,30—2,96 0,70—2,80	97 — 222 52,5 — 210	1,60—3,32 1,08—5,31	120 — 249 81 — 398,25 7 — 8
Vegetation tragende lehmige Braunerde vom Dürnstein	Schneeschmelze Aperzeit	1 0,48	75 36	1 — 1,12 0,60—0,88	75 — 84 45 — 65
Vegetationsbedeckter Dolomit d. Lechnergrabens, Lanz	—	1,38—5,95	103,5 — 446,25	1,39—7,20	104,25—540 6,5—8,6
Veget. bedeckt. Kalkboden, hum. N-Seite d. Gran Sasso	Zustand nach Trockenperiode Zustand nach Regenperiode	0,71—1,64 —	53,25—123 —	1,70—2,77 1,64—2,87	127,5 — 207,75 123 — 215,25
Heideboden der S.-Seite des Gran Sasso	Zustand nach Trockenperiode Zustand nach Regenperiode	2,04—3,1 0,39—1,09	153 — 232,5 29,25—81,75	1,61—4,8 1,19—2,1	120,75—360 89,25—157,5

\* Die Berechnung der im 1 gelösten Elektrolyte erfolgte nach der approximativen Rechnung KOHLRAUSCHS: 0,01 mg Äquivalente im 1 = 0,75 mg/l.

5. Auch die Karbonatböden der Ostalpen zeigen zur Zeit der Schneeschmelze eine Erhöhung der  $\alpha$ -Werte der Bodenlösungen und Erhöhung des pH. Im Gegensatz zu den Schieferböden sind in der Aperzeit die Karbonatböden (Dürnstein bei Lunz) von großer Empfindlichkeit gegenüber den klimatischen Faktoren. Auf dem kleinen Dürnsteinplateau gibt es Standorte von Erhöhung der  $\alpha$ -Werte der Bodensaft mit erhöhter Außentemperatur bis zu solchen Standorten, wo die  $\alpha$ -Werte mit Erhöhung der Außentemperatur vermindert erscheinen. Die Konzentration der Bodenlösung der Felsflur ist in einer Trockenperiode größer als bei Regen. In humösen Standorten wird durch  $\text{CO}_2$ -Anreicherung während einer Regenperiode die Elektrolytkonzentration gegenüber einer Trockenperiode erhöht. Lehmiger Boden zeigt sich hinsichtlich seiner Säftekonzentrationen durch die Witterungsverhältnisse wenig beeinflußt.

Die Oberflächenschicht des Humus von *Rhododendron hirsutum* ist deutlich sauer, durch die ausgleichenden Schmelzwässer erfolgt Neutralisierung. Der lehmige Boden wird durch die Schneeschmelze leicht alkalisirt.

6. Die Schwankungen der  $\alpha$ -Werte der Bodensaft des Dolomitbodens (Lechnergraben bei Lunz) zeigen eine noch größere Empfindlichkeit dieses Bodens gegenüber den Außenfaktoren. Besonders fällt die starke Temperaturempfindlichkeit auf.

Neutral bis leicht sauer wird hier der *Rhododendron*-Humus zur Zeit fehlender Säftezirkulation an der Bodenoberfläche, sonst sind die Standorte gut alkalisch.

7. Die Kalkböden der alpinen Vegetation auf der Nordseite des Gran Sasso d'Italia zeigen ein den alpinen Standorten im Lunzer Gebiet analoges Verhalten. Die Böden der Südseite haben Steppencharakter und zeigen in der sommerlichen Trockenperiode nach Wasserzufuhr hohe Werte für  $\alpha$ .

8. Der Boden des Standortes von *Leontopodium* auf der Hochfläche von Ternova verhält sich wie Steppenboden. Lösungen dieses Bodens in der sommerlichen Dürreperiode hergestellt, zeigen hohe Elektrolytkonzentrationen. Neuerliche Wassergaben bedingen im Gegensatz zum subalpinen Waldboden von ebenda ein rasches Sinken der Konzentration von  $\alpha = 4,69$  auf 3,64, d. i. von 351,75 auf 273,00 mg/l.

## Der mikrochemische Nachweis der Alkaloide in der Pflanze

## XV. Der Nachweis von Echinopsin

Von

Gustav Klein (Wien) und Felix Schusta (Wien)

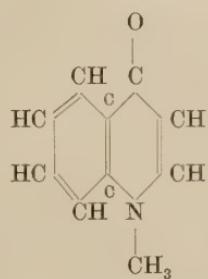
(Aus dem Pflanzenphysiologischen Institut der Universität Wien)

(Mit 2 Textabbildungen)

Das Echinopsin wurde makrochemisch bereits mehrmals untersucht. Dieses giftige Alkaloid fand Greshoff<sup>1</sup> in den Samen von *Echinops Ritro* L. und anderen *Echinops*-Arten (*Compositae*) und schrieb ihm die Formel  $C_{11}H_9NO$  zu. Er stellte fest, daß es nur schwach basische Eigenschaften besitzt und charakterisierte es durch Darstellung einiger Salze.

Das Alkaloid bildet rhombische Kristalle mit 1 Mol. Kristallwasser. Fp. 152° (wasserfrei), löst sich leicht in Chloroform, schwieriger in Wasser und ist optisch inaktiv. Die Salze kristallisieren. Bei der Zinkstaubdestillation entsteht Pyridin. Es schmeckt sehr bitter. Neben dem Echinopsin findet sich in den Pflanzen das  $\beta$ -Echinopsin (Fp. 135°) und Echinopsein. Das Echinopsin zeigt brucin-strychnin-artige Wirkung<sup>2</sup>.

Erst E. SPÄTH und A. KOLBE<sup>3</sup> gelang es 1922, die genaue Zusammensetzung des Echinopsins zu ermitteln, indem sie die richtige Bruttotformel C<sub>10</sub>H<sub>9</sub>NO fanden und seine Konstitution als 1-Methyl-4-Chinolon feststellten:



Es ist mit Wasserdämpfen nicht flüchtig. Ferner wurden in dieser Arbeit folgende Schmelzpunkte angegeben:

Base .....	152°
Chlorhydrat .....	185 bis 186°
Platinsalz .....	210 bis 212°
Pikrat .....	223 bis 224°

Im folgenden wird über das Ergebnis von Untersuchungen über den mikro- und histochemischen Nachweis des Alkaloides berichtet.

### A. Arbeiten mit der reinen Substanz

#### Mikrosublimation am Ring mit der reinen Base:

Leicht und unzersetzt sublimierbar. Legt sich zuerst in Tröpfchen an das Deckglas, um sich dann in Kristalle umzulagern; bei größeren Mengen in fiederförmige Kristallskelette, bei geringeren in kleine deutliche Kristalle.

#### Mikrosublimation im Vakuum:

Die Vakuumsublimation der reinen Base wurde mit dem Mikrosublimationsapparat nach KLEIN und WERNER<sup>4</sup> bei 40 mm Druck bei verschiedenen Temperaturen, und zwar bei 90°, 100°, 120°, 140°, 160°, 180° und 200° vorgenommen. Bei 90° ist noch keine Sublimation zu sehen, bei 100° ist bereits ein schwacher Anflug am Deckglas zu bemerken, von 120° an bis 200° erschienen deutliche Sublimate, deren Schmelzpunkte bestimmt wurden, um zu überprüfen, bis zu welcher Temperatur die Base unzersetzt sublimiert.

Das Sublimat von 200° schmolz um 100°	
„ „ „ 180°	„ „ „ 135°
„ „ „ 160°	„ „ „ 140°
„ „ „ 140°	„ „ „ 120°
„ „ „ 120°	„ „ „ 155°

Demnach kann als optimale Sublimationstemperatur der unzersetzten Base 120° angenommen werden.

Das Chlorhydrat sublimiert unzersetzt im Vakuum bei 140°. Die Sublimation des Chlorhydrates mit Kalkmilch zwecks Abspaltung der freien Base gelang nicht. Ebenso versagte die zum gleichen Zweck vorgenommene Sublimation mit 5%iger Natronlauge.

#### Mikroschmelzpunktbestimmung

##### Reine Base:

Bei 70° Tropfenbildung; bei vorsichtiger Behandlung kann man ein kristallisiertes Sublimat um 110° erzielen, besonders wenn man das

Präparat erst bei  $100^{\circ}$  auflegt. Bei  $135^{\circ}$  Tröpfchensublimation, ab  $140^{\circ}$  Umlagerung in Nadeln und spießförmige, farblose Kristalle, Schmelzpunkt bei  $151^{\circ}$ .

#### **Chlorhydrat:**

Ein Mikroschmelzpunkt mit annäherndem Wert des in der Literatur angegebenen von  $185$  bis  $186^{\circ}$  konnte nicht erzielt werden, weil unterm Deckglas beim Erhitzen die Salzsäure sich schon früher abspaltet, wodurch die Base frei wird, die in den gleichen farblosen, dendritischen Nadeln wie oben ab  $120^{\circ}$  auf das Deckglas sublimiert und um  $151^{\circ}$  ( $151$  bis  $153^{\circ}$ ) völlig schmilzt.

#### **Trinitro-m-Kresolsalz (vgl. S. 238):**

Sublimiert um  $151^{\circ}$  ( $151$  bis  $156^{\circ}$ ) in kleinen schiefwinkeligen Plättchen und Prismen von hellgelber Farbe, um  $199^{\circ}$  schmilzt alles.

#### **Pikrat (vgl. S. 238):**

Umlagerung ab  $180^{\circ}$  in kurze gelbe Prismen, es schmilzt ganz bei  $216$  bis  $218^{\circ}$ .

Die übrigen Nitroprodukte haben einen unscharfen Schmelzpunkt (resp. Zersetzungspunkt). Alle Schmelzpunkte wurden mit dem Mikroschmelzpunktsapparat von G. KLEIN<sup>5</sup> bei normalem Temperaturanstieg von  $25^{\circ}$  an bestimmt.

### **Löslichkeitsverhältnisse**

Einige Körnchen reiner Substanz wurden auf dem Objektträger mit 1 bis 2 Tropfen der angeführten Lösungsmittel versetzt, hierauf wurde das Ganze mit einem Deckgläschen versehen und bei gewöhnlicher Zimmertemperatur in die trockene Kammer gestellt. Die Versuche mit den verschiedenen Lösungsmedien ergaben folgendes Bild:

**Tabelle 1. Löslichkeit des Echinopsins**

Dest. Wasser:	Löslich	Petroläther:	Schwer lös.
Äthylalkohol:	Leicht löslich	5% Ammoniak:	Löslich
Methylalkohol:	Löslich	3% Schwefelsäure:	Löslich
Amylalkohol:	Löslich	5% Salzsäure:	Löslich
Chloroform:	Leicht löslich	1% Kalilauge:	Löslich
Benzol:	Sehr wenig löslich	10% Natriumkarbonat:	Löslich
Äther:	Fast unlöslich	10% Natriumbikarbonat:	Löslich

### **Mikrochemische Reaktionen**

Von einer 1%igen wässerigen Stammlösung der reinen Substanz (Base) ausgehend, wurden verschieden hohe Verdünnungsstufen (in der Reihenfolge von  $1:100$ ,  $1:1000$ ,  $1:10000$ ,  $1:20000 \dots 1:1000000$  usw. bis  $1:1000000$ ) hergestellt, um zu überprüfen, bei welcher Konzentration eine Reaktion noch eintritt, wann somit die Empfindlichkeits- resp. Erfassungsgrenze einer

Reaktion festgelegt erscheint. Den Lösungen wurden als Antiseptikum einige Körnchen Thymol zugesetzt. Bei den Versuchen wurde in der Weise verfahren, daß man auf den Objektträger einen Tropfen der Echinopsinlösung (0,05 ccm pipettiert) mit einem Tropfen Reagens versetzte, ein Deckglas darüber breitete und je eine Probe in die trockene und feuchte Kammer stellte, worauf man sie nach gewisser Zeit wieder herausnahm und unter dem Mikroskop untersuchte. Es wurden immer gleichzeitig parallele Proben in der trockenen und feuchten Kammer aufgestellt. Die Zeit, die bis zur Bildung eines Reaktionsproduktes verstreckt, ist dabei verschieden lang, sie kann einige Minuten bis mehrere Stunden betragen. Allgemein verliefen die meisten Reaktionen in der feuchten Kammer schöner und deutlicher als in der trockenen, doch tritt hier früher Zersetzung des Reaktionsproduktes ein.

Von den Reagentien zeigten sich auf Echinopsin Jod-salze neben einigen anderen am empfindlichsten.\*

### Bromverbindungen

Die angewandten Bromreagentien geben durchwegs negative Resultate.

Brombromkali (Zubereitung nach TUNMANN<sup>6</sup>): Keine Reaktion.

Kaliumbromid: Keine Reaktion.

Bromwasser (nach TUNMANN<sup>6</sup>): Keine brauchbare Reaktion.

Bromwasserstoffsäure: Keine Reaktion.

### Eisensalze

2%iges Kaliumferrocyanid (in wässriger Lösung): Keine Reaktion.

2%iges Kaliumferrocyanid (in 5%iger Salzsäure): Man erhält kurze prismatische, farblose Kristalle als Reaktionsprodukt. Die Reaktion verläuft im trockenen und feuchten Raum nur bis 1:1000.

4%iges Kaliumferricyanid (in wässriger Lösung): Keine Reaktion.

4%iges Kaliumferricyanid (in 5%iger Salzsäure): Das Reaktionsprodukt besteht aus grün gefärbten, kleinen Rhomben und Drusen. Die Reaktionsgrenze liegt im feuchten und trockenen Raum bei 1:100.

5%iges Ferrichlorid: Keine brauchbare Reaktion.

### Kupfersalze

Die Kupfersalze reagieren alle negativ!

WERNERSCHES Kupferreagens (Darstellung: 0,5 g Kupferazetat, 20 ccm Methylalkohol, 20 ccm Glyeerin und soviel Ammoniak bis das Cu gefällt ist): Keine Reaktion!

Kupferkarbonat (konzentriert, in ammoniakalischer Methylalkohol-Lösung): Keine Reaktion!

Kupferkarbonat (konzentriert, in alkoholischer Lösung): Keine Reaktion.

5%iges Kupfersulfat: Keine Reaktion.

5%iges Kupferchlorid: Keine Reaktion.

5%iges Kupferazetat: Keine Reaktion.

\* Bei der Angabe der Empfindlichkeitsgrenze ist zu bemerken, daß sich die Werte auf die Konzentration des Alkaloidtropfens allein beziehen, daß also die Verdünnung auf das Doppelte, die sich durch das Hinzufügen des Reagenzstropfen ergibt, nicht berücksichtigt wurde.

### Silbersalze

- 5%iges Silbernitrat (wässrig): Keine Reaktion.  
 5%iges Silbernitrat (ammoniakalisch): Keine Reaktion.  
 5%iges Silbernitrat (salpetersauer): Keine Reaktion.

### Quecksilbersalze

5%iges Merkurichlorid (wässrig): Das Reaktionsprodukt besteht aus farblosen, wedelartigen Aggregaten, prismatischen Kristallbüscheln und schwalbenschwanzartigen Kurzformen. Die Reaktion verläuft im trockenen und feuchten Raum bis 1:1000.

5%iges Merkurichlorid (salzsauer): Gibt prismatische, farblose Nadelbündel. Die Reaktion tritt im feuchten und trockenen Raum bis 1:1000 ein.

5%iges Merkurinitrat (salpetersauer): Das Reaktionsprodukt besteht aus Büscheln farbloser, haarförmiger Nadeln. Die Reaktion reicht in der feuchten Kammer bis 1:1000, in der trockenen bis 1:10000.

5%iges Merkuronitrat (wässrig): Das Reaktionsprodukt bildet haarförmige, dunkle Büschel. Die Reaktion reicht im feuchten Raum bis 1:500, im trockenen bis 1:1000.

### Chromverbindungen

5%iges Kaliumbichromat (siehe TUNMANN<sup>6</sup>): Es gibt haarförmige Büschel als Reaktionsprodukt. Die Reaktion verläuft im feuchten und trockenen Raum nur bis 1:100.

5%ige Chromsäure: Das Reaktionsprodukt besteht aus Prismen, Drusen und astförmigen Aggregaten von dunkler, grünbrauner Färbung. Die Reaktion erfolgt im feuchten und trockenen Raum nur bis 1:100.

### Diverse Reagentien

- 5%ige Weinsäure: Keine Reaktion.  
 5%iges Seignettesalz: Keine Reaktion.  
 5%iges Natriumnitrit: Keine Reaktion.

Uranylinitrat (konzentriert): Das Reaktionsprodukt besteht aus dichten, schmutziggrünen Kristallbüscheln, Drusen und farblosen Prismen. In der feuchten Kammer ist die Reaktion bis 1:1000, in der trockenen bis 1:10000 zu konstatieren.

5%ige Phosphormolybdänsäure in schwefelsaurer Lösung (nach ROSENTHALER<sup>7</sup>): Gibt makroskopisch einen hellgelben, amorphen, milchigen Niederschlag, der mikroskopisch als eine braune, amorphe Fällung erscheint. Die Empfindlichkeitsgrenze liegt im feuchten und trockenen Raum bei 1:20000.

10%ige Phosphorwolframsäure in schwefelsaurer Lösung (siehe ROSENTHALER<sup>7</sup>): Das Reaktionsprodukt erscheint makroskopisch als amorpher, gelblichweißer Niederschlag, mikroskopisch als dunkelbraune amorphe Fällung. Die Empfindlichkeitsgrenze ist im feuchten und trockenen Raum 1:30000.

5%ige Silicowolframsäure in schwefelsaurer Lösung (siehe ROSENTHALER<sup>7</sup>): Makroskopisch als amorpher, milchweißer Niederschlag, mikroskopisch als amorphe, braune Fällung im feuchten und trockenen Raum bis 1:10000.

### Platinsalze

5%iges Platinchlorid (siehe TUNMANN<sup>6</sup>): Die Reaktion ist deutlich in Form von farblosen, lichtbrechenden prismatischen Kristallen zu erkennen. Die Empfindlichkeitsgrenze ist im feuchten und trockenen Raum 1:20000.

5%iges Platinbromid: Das Reaktionsprodukt besteht aus prismatischen, stäbchenartigen und plattenförmigen Kristallformen von dunkelbrauner bis hellgelber Farbe, die bei gekreuzten Nicols (im Polarisationsmikroskop) leuchtend rot erscheinen und schiefe Auslöschung zeigen. Die Reaktion lässt sich eindeutig nur in der feuchten Kammer durchführen, da in der trockenen beim Eintrocknen das Reagens ganz ähnliche Kristalle liefert. Die Empfindlichkeitsgrenze ist im feuchten Raum 1:10000.

10%iges Platinjodid (Darstellung: 10%iges Platinchlorid plus 10% Natriumjodid, zu gleichen Teilen): Gibt als Reaktionsprodukt lange, dünne, schwarze Nadeln und Nadelbüscheln. Im feuchten Raum bis 1:1000, im trockenen bis 1:20000.

5%iges Platinrhodanid (Darstellung: 5% Platinchlorid + 5% Natriumrhodanid zu gleichen Teilen): Das Reaktionsprodukt zeigt stäbchenartige, prismatische und plattenförmige Kristalle von gelber Farbe. Die Empfindlichkeitsgrenze liegt im feuchten und trockenen Raum bei 1:5000.

### Goldsalze

10%iges Goldchlorid (siehe TUNMANN<sup>8</sup>): Das Reaktionsprodukt bildet Nadelbüschel, lange Stäbchen mit rutenförmiger Anordnung und monokline Kristallplättchen von gelber Farbe. In den höheren Verdünnungsstufen über 1:1000 ist die Reaktion nicht mehr eindeutig infolge des gleichzeitigen Ausfalls des Reagens, das ähnliche Stäbchenformen bildet. Die Kristalle des Reaktionsproduktes zeigen bei gekreuzten Nicols eine gelblichweiße Färbung und gerade Auslöschung. Die Empfindlichkeitsgrenze ist im feuchten und trockenen Raum 1:1000.

10%iges Goldbromid (Darstellung: 10%iges Goldchlorid plus 10% Natriumbromid): Gibt eine Reaktion in Form von hellgelben Prismen, sowie langen und kurzen Stäbchen, die bei gekreuzten Nicols Interferenzfarben und gerade Auslöschung zeigen. Bei 1:5000 gelingt die Reaktion noch, wenn das Präparat, aus dem feuchten Raum entfernt, einige Minuten an der Luft stehen gelassen wird. Die Empfindlichkeitsgrenze reicht demnach im feuchten und trockenen Raum bis 1:5000.

Natriumgoldjodid (siehe GMELIN-KRAUT<sup>8</sup>): Das Reaktionsprodukt setzt sich aus langen, einzelnen Nadeln, Nadelbüscheln, kurzen Prismen und Sternformen zusammen. Die Farbe der Kristalle ist dunkel-

---

\* Nach der Vorschrift in GMELIN-KRAUTS Handbuch wird neutrale, wässrige Goldchloridlösung allmählich zu wässriger Natriumjodidlösung gegeben, u. zw. solange, als sich der entstehende Niederschlag auflöst (4 Mol NaJ, 1 Mol AuCl<sub>3</sub>). Weiterer Goldchloridzusatz erzeugt einen bleibenden grünen Niederschlag von AuJ<sub>3</sub>, wobei das gebildete NaJAuJ<sub>3</sub> zersetzt wird.

braun. Bei gekreuzten Nicols zeigen letztere Interferenzfarben und gerade Auslöschung. Die Empfindlichkeitsgrenze reicht im feuchten und trockenen Raum bis 1:100000.

#### Nitroderivate\*\*

Dinitro-*a*-Naphtol: Keine Reaktion.

Dinitro-Toluol: Keine Reaktion.

p-Nitro-Toluol: Keine Reaktion.

p-Nitro-Benzoesäure: Keine eindeutige Reaktion.

m-Nitro-Benzoesäure: Die farblosen prismatischen Kristalle und Kristallbündel des Reaktionsproduktes zeigen bei gekreuzten Nicols schiefe

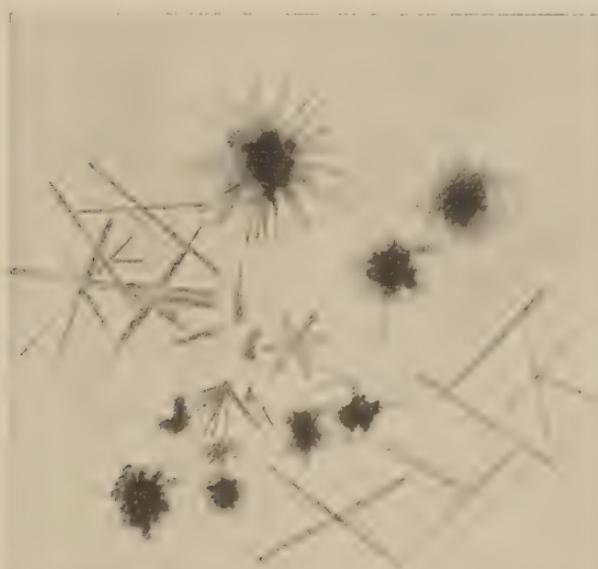


Abb. 1. Reaktion von Echinopsin mit Trinitro-m-Kresol  
Blaßzitronengelbes Reaktionsprodukt. Vergr. etwa 180 fach

Auslöschung. In der feuchten Kammer tritt die Reaktion bis 1:1000, in der trockenen bis 1:10000 ein, doch ist sie hier nicht immer eindeutig.

1-3-5-Dinitro-Benzoesäure: Das Reaktionsprodukt bildet haarförmige, farblose Büschel oder farblose verzweigte Nadelbündel und Nadeln. Die Reaktion verläuft im feuchten Raum bis 1:5000, im trockenen bis 1:10000.

Trinitro-Benzoesäure: Das Reaktionsprodukt besteht aus haarförmigen, pinselähnlichen Aggregaten farbloser Nadeln. In der feuchten Kammer ist die Base bis 1:20000, in der trockenen bis 1:10000 eindeutig nachweisbar.

\*\* Sämtliche Nitroverbindungen wurden in fester Form zugesetzt.

**2-4-6-Trinitro-Resorcin:** Gibt kurze prismatische, farblose Kristallformen als Reaktionsprodukt, die bei gekreuzten Nicols gerade Auslöschung zeigen. Die Reaktion ist in den Verdünnungsstufen über 1:10000 nicht mehr eindeutig, demnach 1:10000 als Reaktionsgrenze im feuchten und trockenen Raum anzunehmen.

**Trinitro-m-Kresol:** Das Reaktionsprodukt besteht aus blaßzitrongelben Kristalldrusen, Nadelbüscheln und Nadelprismen, die bei gekreuzten Nicols fast gerade Auslöschung zeigen (Abb. 1). Die Grenze der Reaktion ist im feuchten und trockenen Raum 1:40000.

**Pikrinsäure:** Das Reaktionsprodukt zeigt bei 1:100 Haarbüschel von tiefgelber Farbe, in den höheren Verdünnungen über 1:100 dunkle grüngelbe Kristalldrusen, deren Aussehen nicht besonders charakteristisch ist. Die Reaktionsgrenze reicht im feuchten und trockenen Raum bis 1:50000.

**Pikrolonsäure:** Das Reaktionsprodukt besteht aus haarförmigen Nadelbüscheln von dunkler grüngelber Farbe. Die Empfindlichkeitsgrenze liegt im feuchten Raum bei 1:50000. Im trockenen Raum ist die Reaktion nicht genügend eindeutig.

### **Jodverbindungen**

**5%ige Jodsäure:** Keine Reaktion.

**Chlorzinkjod (nach TUNMANN<sup>6</sup>):** Keine brauchbare Reaktion.

**Jodchloralhydrat:** Das Reaktionsprodukt besteht aus farblosen Kristallnadeln und Stäbchen. Die Reaktion verläuft in der feuchten Kammer bis 1:100, in der trockenen bis 1:10000.

**Kaliumcadmiumjodid (siehe TUNMANN<sup>6</sup>):** Keine brauchbare Reaktion.

**Kaliumquecksilberjodid (siehe ROSENTHALEE<sup>7</sup>):** Das Reaktionsprodukt bildet farblose Stäbchen, Nadeln und Nadelbüschel, die bei gekreuzten Nicols gerade Auslöschung zeigen. Die Empfindlichkeitsgrenze ist im feuchten Raum 1:1000. Im trockenen ist die Reaktion nicht eindeutig festzustellen.

**10%iges Natriumjodid:** Gibt als Reaktionsprodukt lange, dünne schwarze Nadeln, die bei gekreuzten Nicols gerade Auslöschung zeigen. Die Reaktion tritt im feuchten Raum bis 1:1000 ein. Im trockenen Raum ist die Reaktion auch noch in höheren Verdünnungen sichtbar, doch sind hier die Kristalle kürzer und braun gefärbt. Die Reaktionsgrenze liegt im trockenen Raum bei 1:40000.

**Jodglycerin (0,5%ig, heiß gesättigt):** Das Reaktionsprodukt zeigt braune Nadeln, die bei gekreuzten Nicols gerade auslöschen. Im trockenen Raum gelingt die Reaktion nicht. Die Empfindlichkeitsgrenze ist im feuchten Raum 1:50000.

**Jodwasser:** Im feuchten Raum erfolgt keine Reaktion, im trockenen Raum sieht man die Reaktion in Form grauschwarzer, langer und kurzer Nadeln, Nadelbüschel und Stäbchen, die bei gekreuzten Nicols gerade Auslöschung zeigen. Die Reaktionsgrenze liegt im trockenen Raum bei 1:300000.

10%ige alkoholische Jodtinktur: Gibt als Reaktionsprodukt bei 1:100 prismatische Kristalle von hellvioletter und hellbrauner Farbe, die bei gekreuzten Nicols gerade auslöschen: daneben sind dünne braune Stäbchen und Nadeln, einzeln oder in Büscheln vereinigt, sichtbar, die in den höheren Verdünnungsstufen immer wieder auftreten. Die Reaktion erfolgt im alkoholgesättigten Raum bis 1:40000.

Jodwasserstoffsäure (Dichte = 1,70): Die kurzen plattenförmigen, prismatischen und stäbchenartigen Kristallformen des Reaktionsproduktes sind von dunkelbrauner, hellgelber und grauer Färbung und

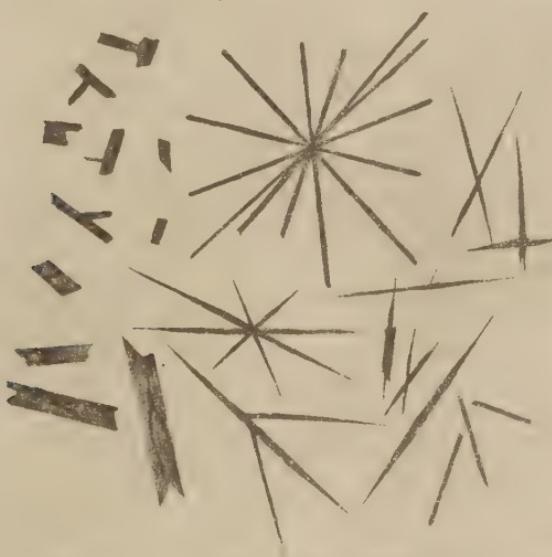


Abb. 2. Reaktion von Echinopsin mit Kaliumperjodid nach STAÑEK  
Rotbraunes Reaktionsprodukt. Vergr. etwa 180 fach

zeigen bei gekreuzten Nicols fast immer gerade Auslöschung. Die Reaktionsgrenze reicht im feuchten und trockenen Raum bis 1:40000.

Jodessigsäure: Hellbraune Stäbchen und Nadeln, sowie Büscheln derselben bilden das Reaktionsprodukt. Die Kristalle zeigen bei gekreuzten Nicols gerade Auslöschung. Die Grenze der Reaktion ist im feuchten und trockenen Raum 1:150000.

Jod (elementar): Ein Reaktionsprodukt ist in Form brauner Nadeln bis 1:100000 zu erzielen, wenn man festes Jod in ein Sublimationschälchen bringt und ein Deckglas mit einem Tropfen der Alkaloidlösung darüber stellt. Die Joddämpfe steigen bis zum Lösungstropfen und geben darin die Reaktion.

**Kaliumwismutjodid** (siehe ROSENTHALER<sup>7</sup>): Das Reaktionsprodukt besteht aus braunen, prismatischen Kristallen, die bei gekreuzten Nicols Rotfärbung und schiefe Auslöschung zeigen; es hat die Neigung sich bald zu zersetzen. Die Reaktion verläuft im trockenen und feuchten Raum bis 1:100000.

**Kaliumantimonjodid:** Das Reaktionsprodukt zeigt braune Nadeln, Prismen und Stäbchen, die bei entsprechend großer Ausbildung unter gekreuzten Nicols gerade auslöschen. Im feuchten Raum gelingt die Reaktion besser, da im trockenen Raum das Reagens bei starker Verdünnung manchmal ähnliche Formen aufweist wie das Reaktionsprodukt. Im feuchten Raum reicht die Empfindlichkeitsgrenze bis 1:400000 im trockenen eindeutig bis 1:500000.

**Kaliumperjodid nach STAÑEK** (Darstellung: 15,3 g Jod, 10 g Kaliumjodid, 20 ccm dest. Wasser): Bei hoher Konzentration (1:100) besteht das Reaktionsprodukt aus langen, dünnen schwarzen Nadeln, in den darauf folgenden Verdünnungsstufen aus braunen Nadeln, Nadelbüscheln und Stäbchen (Abb. 2). Die Kristallformen zeigen bei gekreuzten Nicols gerade Auslöschung. Die Reaktionsgrenze liegt im feuchten und trockenen Raum bei 1:150000.

**Lugolsche Jodjodkalilösung:** Die Reaktion zeigt braune Stäbchen und Nadeln, bei welchen unter gekreuzten Nicols gerade Auslöschung zu sehen ist. Im feuchten Raum ist die Reaktionsgrenze 1:1000, im trockenen 1:500000.

**Jodjodkali nach BERTHEAUMÉ** (Darstellung: 100 ccm dest. Wasser, 12,7 g Jod, 15 g Kaliumjodid): Das Reaktionsprodukt weist braune, längere und kürzere Nadeln, sowie Stäbchenformen auf, die bei gekreuzten Nicols gerade auslöschen. Die Reaktion gelingt im feuchten Raum bis 1:150000, im trockenen bis 1:500000.

Mit den Jodreagentien ist also eine Erfassungsgrenze bis 0,1γ erreichbar.

## B. Untersuchungen an der Pflanze

Der histochemische Alkaloidnachweis in der Pflanze wurde an neun verschiedenen *Echinops*-Arten durchgeführt, und zwar an: *Echinops albidus* Boiss. et Sprun., *E. banaticus* Roch. × *E. sphaerocephalus* L., *E. commutatus* Jur., *E. dahuricus* Fisch., *E. horridus* Desf., *E. niveus* Wall., *E. Ritro* L., *E. sphaerocephalus* L. und *E. Szowitzii* Fisch. et Mey. Die Untersuchung erstreckte sich auf den ruhenden Samen, verschieden alte Entwicklungsstadien der Keimlinge, sowie auf einzelne Organe junger und vollausgewachsener Pflanzen.\*

\* Die Samen und vollentwickelten Pflanzen stammten aus dem Botanischen Garten in Wien, die Samen zum Teil von der Firma Haage und Schmidt in Erfurt, die Keimlinge und jüngeren Pflanzen wurden im pflanzenphysiologischen Institut der Universität selbst gezogen.

Die Untersuchungsmethode war folgende:

Das zur Untersuchung gelangende Pflanzenmaterial wurde im Dunkeln bei 60° getrocknet, dann auf gleiche Gewichtsteile, meist 0,2 g. seltener und zwar nur bei geringer vorhandenen Mengen auf 0,1 g eingewogen, in der Reibschale zerrieben und mit 10 ccm 96%igem Alkohol etwa eine Stunde im Mikroextraktionsapparat von KLEIN und TAU-BÖCK<sup>4</sup> extrahiert. Die alkoholische Extraktlösung wurde am Wasserbad fast bis zur Trockene eingeengt, mit 2 ccm dest. Wasser aufgenommen und filtriert, hierauf mit basischem Bleiacetat gefällt, das Filtrat durch Behandlung mit Schwefelwasserstoff vollständig entbleitet und zuletzt wieder filtriert. Das Samen- und Keimplingsmaterial wurde vor der Extraktion noch mit Kalkmilch verrieben, um möglichst viel Fett abzubinden. Die vorhin angeführte Fällung mit basischem Bleiacetat diente zur Entfernung der im Extrakt neben dem Alkaloid vorkommenden organischen Stoffe, wie Eiweiß, Chlorophyll, Lipoide, Gerbstoffe u. a., welche ebenso wie die Fette die Mikroreaktion auf Echinopsin bedeutend stören oder hemmen. Der so einigermaßen gereinigte, wasserhelle Pflanzenextrakt ergab mit den entsprechenden Reagentien bei vorhandenem Echinopsingehalt eindeutige Reaktionen. Als Reagentien wurden zum Nachweis das Perjodid nach STAÑEK, das Kaliumantimonjodid, das Natriumgoldjodid und das Trinitro-m-Kresol verwendet. Für die einzelnen Reaktionen wurden der wässrigen Extraktlösung immer gleiche Flüssigkeitsmengen, und zwar je ein Tropfen .0.05 ccm entnommen und dann in der gewohnten Weise verfahren. Die Präparate wurden zuerst 15 bis 30 Minuten in der feuchten Kammer gelassen und hierauf in die trockene Kammer gestellt, wo sie bis zur darauffolgenden mikroskopischen Untersuchung verblieben.

Die Zahl der Kreuzchen, die in den folgenden Tabellen für die Bezeichnung der jeweils vorgefundenen Alkaloidmengen verwendet wurden, gibt die ungefähre Menge des Reaktionsproduktes\* an, und zwar bedeutet:

+++++	=	etwa 20 γ Alkaloid vorhanden.
++++	=	„ 10 γ „ „
+++	=	„ 5 γ „ „
++	=	„ 2,5 γ „ „
+	=	„ 1,25 γ „ „
	=	„ 1 γ „ ..

Sp(Spuren) = etwa 0,5 γ Alkaloid vorhanden

0 = kein Reaktionsprodukt erhalten.

Wenn sich in der folgenden Reaktionstabelle zuweilen kleine, jeweils in einer Größenordnung liegende Unterschiede in den mit ver-

\* Nach Vergleichsreaktionen mit der reinen Substanz.

schiedenen Reagentien erhaltenen Mengen ergeben, so ist dies wohl auf einen verschiedenen Grad der Hemmung durch Begleitstoffe bei den einzelnen Reagentien zurückzuführen.

Tabelle II. Früchte (ohne Hüllschuppen)

Pflanze	Reaktionsstärke			
	Staňek Perjodid	Kalium- antimon- jodid	Natrium- goldjodid	Trinitro- m-Kresol
<i>Echinops albidus</i>	+++++	+++++	+++++	+++++
<i>Echinops banaticus</i> ×				
<i>E. sphaerocephalus</i>	+++++	+++++	+++++	+++++
<i>Echinops commutatus</i>	+++++	+++++	+++++	+++++
<i>Echinops dahuricus</i>	+++++	+++++	+++++	+++++
<i>Echinops horridus</i>	+++++	+++++	+++++	+++++
<i>Echinops niveus</i>	+++++	+++++	+++++	+++++
<i>Echinops Ritro</i>	+++++	+++++	+++++	+++++
<i>Echinops spaerocephalus</i>	+++++	+++++	+++++	+++++
<i>Echinops Szowitzii</i>	+++++	+++++	+++++	+++++

Die Samen aller untersuchten *Echinops*-Arten führen sehr viel Echinopsin, und zwar alle in annähernd gleicher Menge.

Tabelle III. Fruchthüllschuppen

Pflanze	Reaktionsstärke			
	Stanek Perjodid	Kalium- antimon- jodid	Natrium- goldjodid	Trinitro- m-Kresol
<i>Echinops commutatus</i>	Sp	Sp	Sp	0
<i>Echinops horridus</i>	+	+	+	0
<i>Echinops Ritro</i>	0	0	0	0
<i>Echinops sphaerocephalus</i>	Sp	Sp	Sp	0

Die Hüllschuppen enthielten kein oder fast kein Alkaloid.

### Keimlinge

Zum Zwecke der Keimung wurden die Früchte 24 Stunden in Leitungswasser quellen gelassen und auf Filterpapier in Keimschalen im Dunkeln bei 18° gezogen. Weiters wurden Keimlinge 14 Tage in Sägespänen im Dunkeln, andere in der Erde im Licht gezogen. Die im Dunkeln gezogenen, etiolierten, wiesen in den ersten 14 Tagen vom Keimen an den gleichen Alkaloidgehalt auf, wie die in der Erde gezogenen in der gleichen Zeit nach ihrem Erscheinen über der Erdoberfläche im Licht.

Tabelle IV. Keimlinge\*

Pflanze	Alter	Reaktionsstärke
<i>Echinops albidus:</i>		
etioliert	4 Tage	+++++
grün	14 Tage	+++++
grün	4 Wochen	+++++
<i>Echinops banaticus ×</i>		
<i>E. sphaerocephalus:</i>		
etioliert	4 Tage	+++++
grün	14 Tage	+++++
grün	4 Wochen	+++++
grün	6 Wochen	+++++
<i>Echinops commutatus:</i>		
etioliert	4 Tage	+++++
grün	14 Tage	+++++
grün	4 Wochen	+++++
grün	6 Wochen	+++++
<i>Echinops dahuricus:</i>		
etioliert	4 Tage	+++++
grün	14 Tage	+++++
grün	4 Wochen	+++++
grün	6 Wochen	+++++
<i>Echinops horridus:</i>		
etioliert	4 Tage	+++++
grün	14 Tage	+++++
grün	4 Wochen	+++++
<i>Echinops niveus:</i>		
etioliert	4 Tage	+++++
grün	14 Tage	+++++
grün	4 Wochen	+++++
grün	6 Wochen	+++++
<i>Echinops Ritro:</i>		
etioliert	1 Tag	+++
etioliert	2 Tage	+++
etioliert	3 Tage	++++
etioliert	4 Tage	+++++
etioliert	7 Tage	+++++
etioliert	14 Tage	+++++

\* In diesen und den folgenden Versuchsreihen wurden (wie in Tab. III ausgeführt) alle Pflanzenstadien mit den vier bestbewährten Reagentien, u. zw. Kaliumperjodid nach STAŇEK, Kaliumantimonjodid, Natriumgoldjodid und Tinitro-m-Kresol immer parallel geprüft.

Pflanze	Alter	Reaktionsstärke
<i>Echinops Ritro</i> :		
grün	7 Tage	+++++
grün	14 Tage	+++++
grün	3 Wochen	+++++
grün	4 Wochen	+++++
grün	5 Wochen	+++++
grün	6 Wochen	+++++
<i>Echinops sphaerocephalus</i> :		
etioliert	4 Tage	+++++
grün	14 Tage	+++++
grün	4 Wochen	+++++
grün	6 Wochen	+++++

Zur Kontrolle der Keimlingsuntersuchungen bei gleichbleibender Gewichtsmenge (0,2 g) wurden Keimlinge von *Echinops Ritro* bei gleichbleibender Stückzahl, und zwar 14 Stück innerhalb acht Tagen vom Beginn des Keimens an auf den Alkaloidgehalt geprüft, wobei die Keimungsbedingungen die gleichen wie bei den früheren Versuchen waren. Es zeigte sich ein Abnehmen im Alkaloidgehalt.

Tabelle V.

Keimlingsuntersuchungen bei gleichbleibender Stückzahl (14 Stück)

Pflanze	Alter	Reaktionsstärke
<i>Echinops Ritro</i>		
	1 Tag	+++
	2 Tage	+++
	3 Tage	+++
	4 Tage	+++
	8 Tage	++

Zusammenfassend lässt sich aus der Untersuchung der Keimlinge folgendes feststellen:

Im allgemeinen ist nach 4 Tagen der Echinopsingehalt in Keimlingen annähernd gleich dem von ruhenden Samen und bleibt absolut konstant; nimmt also auf die ganze Pflanze bezogen stetig zu. Auf Gewicht bezogen ist der Alkaloidgehalt in den ersten zwei Tagen wesentlich gesunken, effektiv gesunken, da ja bei Dunkelkeimung das Trocken gewicht absolut abnimmt. Da also etwa  $2\frac{1}{2}$  zweitägige Keimlinge ebensoviel an Trockensubstanz ausmachen, wie 2 ruhende Samen, ist die Abnahme absolut und bedeutend. Auch auf die gleiche Pflanzenzahl bezogen führen die Keimlinge weniger Base, sie fällt gegen Ende der ersten Woche noch; diese Abnahme ist bei Berücksichtigung der Trockengewichtsabnahme eine relative.

Licht und Dunkel verändern den Gehalt an Echinopsin nicht.

Tabelle VII.

## Mehrjährige Pflanzen, Herbstmaterial.

(Gesammelt im September 1928 im Botan. Garten der Universität Wien.)

Pflanze	Organ	Reaktionsstärke
<i>Echinops commutatus</i>	Junges Blatt	+++
	Blattlamina v. ält. Blatt	+++
	Blattmittelrippe v. ält. Blatt	+
	Stamm unten, Mark	Sp.
	Stamm unten, Holz u. Rinde	Sp.
	Stamm oben	+++++
	Unreife Frucht und Hülle	+++++
	Junges Blatt	+++
	Blattlamina von ält. Blatt	+++
	Blattmittelrippe von ält. Blatt	++
<i>Echinops niveus</i>	Stamm unten, Mark	Sp.
	Stamm unten, Holz und Rinde	Sp.
	Stamm oben	++++
	Unreife Frucht und Hülle	+++
	Junges Blatt	Sp.
	Blattlamina von ält. Blatt	+
	Blattmittelrippe von ält. Blatt	+
	Stamm unten, Mark	0
	Stamm unten, Holz u. Rinde	+
	Stamm Mitte	+
<i>Echinops Ritro</i>	Stamm oben	++++
	Unreife Frucht und Hülle	+
	Rhizom	++++
	Hauptwurzel	+ + + +
	Nebenwurzel	++++
	Ganz junges Blatt	+
	Blattlamina von ält. Blatt	+++
	Blattmittelrippe von ält. Blatt	+
	Stamm unten, Mark	Sp.
	Stamm unten, Holz u. Rinde	+
<i>Echinops sphaerocephalus</i>	Stamm oben	++++
	Unreife Frucht und Hülle	+++

Im Herbstmaterial ist der Echinopsingehalt hoch in der Frucht, in den obersten, jüngsten Stammpartien, minimal im älteren Stamm und zwar im Holz und in der Rinde. Im Blatt ist er bei *Echinops commutatus* und *E. niveus* im jungen und alten Blatt relativ hoch, bei *E. Ritro* und *E. sphaerocephalus* im jungen Blatt geringer als im älteren; allgemein ist im reifen Blatt der Gehalt in der Lamina hoch, in den Rippen gering. Da

also Lamina und Stamm viel Alkaloid führen, die Leitungsbahnen wenig, ist die Annahme einer Ableitung sehr unwahrscheinlich. Von den untersuchten Arten führt *E. Ritro* in den Blättern am wenigsten Alkaloid.

Tabelle VIII.

## Mehrjährige Pflanzen, Frühjahrsmaterial.

(Gesammelt im April 1929 im Botanischen Garten der Universität Wien.)

Pflanze	Organ	Reaktionsstärke
<i>Echinops banaticus</i>	Blatt	+++
" "	Stamm	++++
<i>Echinops banaticus</i> ×		
<i>E. dahuricus</i>	Blatt	+
" "	Stamm	Sp.
<i>Echinops dahuricus</i> ×		
<i>E. Ritro</i>	Blatt	++++
" "	Stamm	+++
<i>Echinops banaticus</i> ×		
<i>E. sphaerocephalus</i>	Blatt	++++
" "	Stamm	++++
<i>Echinops commutatus</i>	Junges Blatt	++
" "	Blattlamina von ält. Blatt	+++
" "	Blattmittelrippe von ält. Blatt	+++
" "	Blattstiel von ält. Blatt	++++
" "	Stamm oben	+++++
<i>Echinops dahuricus</i>	Junges Blatt	++++
" "	Blattlamina von ält. Blatt	++++
" "	Blattmittelrippe von ält. Blatt	++++
" "	Blattstiel von ält. Blatt	+++
" "	Stamm oben	+++++
<i>Echinops exaltatus</i>	Blatt	+++
" "	Stamm	+++
<i>Echinops horridus</i>	Blatt	++++
" "	Stamm	+++++
<i>Echinops niveus</i>	Blatt	++++
" "	Stamm	+++
<i>Echinops Ritro</i>	Junges Blatt	+
" "	Blattlamina von ält. Blatt	+
" "	Blattstiel von ält. Blatt	++++
" "	Stamm oben	++++
<i>Echinops sphaerocephalus</i>	Blatt	++++
" "	Stamm	++++
<i>Echinops Szowitzii</i>	Blatt	+++++
" "	Stamm	+++++

Bei den meisten der bisher untersuchten Pflanzenauszüge treten mit den verwendeten Jod-Reagentien neben den typischen Reaktionsprodukten des Echinopsins auch noch hellgelbe, flügelartige Formen, sowie sechseckige, miteinander unregelmäßig verwachsene, unscharfe Platten auf, was vielleicht mit dem Vorhandensein eines der Nebenalkaloide zu erklären wäre.

In den Keimlingsextrakten weicht bei Anwendung des Trinitro-m-Kresols das Reaktionsprodukt des Echinopsins von den sonstigen Kristallformen (Nadeln und Drusen) in der Weise ab, daß kugelförmige, runde Aggregate gebildet werden.

Da bei paralleler Überprüfung mit den obigen Reagentien in den Extraktten eindeutig Echinopsin nachgewiesen wurde, dürfte es im vorerwähnten Falle durch andere, unbekannte Faktoren in seiner Kristallbildung gehemmt worden sein, wobei zu erwähnen ist, daß der Keimlingsextrakt eine höhere Azidität zeigte, als andere Pflanzenextrakte. Außerdem zeigte sich nachträglich, daß, wenn man zum Keimlingsmaterial reines Echinopsin hinzufügt, dann der Keimlingsextrakt mit Trinitro-m-Kresol auch wieder dieselben kugelförmigen Reaktionsprodukte gibt. Daraus geht neuerdings hervor, daß diese Art der Kristallbildung durch die Natur des Extraktes bedingt ist.

Allgemein führen alle Arten im Frühjahr im Blatt und Stamm reichlich Echinopsin; ganz junge Blätter weniger, auffallend wenig *E. Ritro*, der überhaupt in den oberirdischen Organen weniger Echinopsin führt als alle anderen untersuchten Arten; im Frühjahr ist der Echinopsin gehalt allgemein höher als im Herbst.

Interessant sind die Ergebnisse bei den drei untersuchten Bastarden. *Echinops banaticus* × *sphaerocephalus* führt soviel, wie jedes der beiden Eltern. Bei *Echinops dahuricus* × *Ritro* ist der hohe Gehalt an Echinopsin dominant, da ja *E. Ritro* sehr wenig führt. *Echinops banaticus* × *dahuricus* führt fast kein Echinopsin, wiewohl beide Eltern reichlich führen.

### Zusammenfassung der Ergebnisse

Auf Grund von systematischer Überprüfung sämtlicher in Frage kommender Reagentien mit reinem Echinopsin konnte eine Reihe von besonders empfindlichen und eindeutigen Mikroreaktionen auf dieses sehr reaktionsfähige Alkaloid gefunden werden. Für den Nachweis in der Pflanze wird ein alkoholischer Extrakt vorgereinigt und mit den gefundenen besten Reagentien der Nachweis geführt.

Auf diesem Wege wurde ein umfangreiches Pflanzenmaterial (9 Arten von *Echinops*, in verschiedenem Alter und zu verschiedenen Jahreszeiten gesammelt) auf Verteilung und Wandel des Echinopsins geprüft und damit Anhaltspunkte für eine spätere physiologische Bearbeitung dieses Pflanzenstoffes gewonnen.

### Literatur

- <sup>1</sup> **Greshoff M.** Recueil des traveaux chimiques des Pays Bas, 19, 360 (C. 1901, I, 784).
- <sup>2</sup> **Wolffenstein R.** Die Pflanzenalkaloide, 3. Aufl., Berlin 1920, S. 437—438.
- <sup>3</sup> **Späth E. u. Kolbe A.** Über das Echinopsin. Monatshefte f. Chemie, 43. Bd., 8. Heft, Wien 1922.
- <sup>4</sup> **Klein G.** Praktikum der Histochemie, Verlag J. Springer, Wien-Berlin, 1929.
- <sup>5</sup> **Klein G.** Ein bewährter Mikroschmelzpunktapparat. „Pregl-Festschrift“ (Sonderband der „Mikrochemie“) Verlag Haim & Co. Wien-Leipzig 1929.
- <sup>6</sup> **Tunmann O.** Pflanzenmikrochemie. Berlin, Verlag Gebr. Borntraeger, 1913, S. 268—270.
- <sup>7</sup> **Rosenthaler L.** Der Nachweis organischer Verbindungen, 2. Aufl. Verlag Ferd. Enke, Stuttgart 1923, S. 932—939.
- <sup>8</sup> **Gmelin-Kraut.** Handbuch d. Chemie, 7. Aufl. 1924, Bd. 5/2, S. 282.

# Ein Beitrag zur Kenntnis der Gattung *Rosa* in Bulgarien

Von

**Johann Hruby** (Brünn)

Als ich im Juni und Juli 1928 Bulgarien bereiste, sammelte ich u. a. auch Material von Wildrosen, das derzeit der botanischen Sammlung der Brünner Masaryk-Universität eingeordnet ist. Eigentlich war ich recht enttäuscht von der Ausbeute, denn im allgemeinen konnte ich fast nur lauter häufigere Varietäten und Formen der bekannten Wildrosenarten feststellen. Immerhin scheint mir das Resultat meiner sorgfältigen Bestimmungsarbeit zu einer kurzen Veröffentlichung brauchbar zu sein\*. Einen großen Gewinn brachten mir meine diesbezüglichen Studien insoferne, als ich eine Reihe von Grundformen gegenüber gelegentlichen Abweichungen stärker heraustreten sah, wobei ich erstere als Varietäten bezeichne bzw. darin den betreffenden Spezialisten beipflichte. Eine gewisse Härte (gegenüber den natürlichen Verhältnissen), die sich aber kaum je wird umgehen lassen, liegt unbedingt in der Unterteilung. So können vielfach berechtigte Zweifel über die Sägung (bzw. Zahnung) der Blätter, über Behaarung und Zuschnitt derselben, über die Form der Scheinfrüchte u. ä. bestehen. Die Variationsgrenze mancher Pflanzen ist leider fast unbestimmbar. Dennoch gelingt es auch hier durch freilich gewaltsam festgesetzte Grenzen, wenigstens etwas Ordnung in das Chaos zu bringen. In vorbildlicher Weise ist dies zunächst von H. BRAUN in G. v. BECK, Flora von Niederösterreich<sup>2</sup> durchgeführt (besonders für *R. canina* und *R. dumetorum*). Etwas schwieriger ist schon die Orientierung in ASCHERSON und GRAEBNER, Synopsis<sup>1</sup> (dort *R. micrantha*, *R. rubiginosa* und *R. tomentosa* schön gegliedert). Erst jüngst hat E. SCHALOW (Breslau) in einer kurzen Arbeit<sup>12</sup> die Stellung der *R. tomentella* Lém. richtig erkannt; sie muß auf mehrere Arten (*R. dumetorum*, *R. coriifolia*, *R. agrestis*) aufgeteilt werden, da sie keine Sonderstellung verdient. Er hebt auch in richtiger Weise den innigen Zusammenhang der Ausbildung mit den Standortsverhältnissen hervor; ohne diesen bleibt die ganze Systematik der Wildrosen von vornherein problematisch. Für die richtige Einstellung mehrerer Pflanzen war mir ferner G. v. BECK, Flora Bosnae usw.<sup>2a</sup>,

\* Ich gebe in dieser Arbeit nur jene Arten (Varietäten usf.) an, die ich selbst eingesammelt oder mir angemerkt hatte.

sehr wertvoll, doch scheint dieser Teil der Balkanhalbinsel ungleich reicher an Varietäten und Formen zu sein als das bulgarische Gebiet. Dies zeigt sich u. a. auch in der Abhandlung von Iv. K. URUMOV, *Rosae bulgaricae*<sup>15</sup>, dessen Material A. v. DEGEN (Budapest) bestimmte. Auch was ich in der Sammlung des bulgarischen Hofmuseums in Sofia von Wildrosen (flüchtig) sah, bestärkt mich in dieser Ansicht. Damit ist aber nicht gemeint, daß die Wildrosen in der Pflanzendecke Bulgariens eine untergeordnete Rolle spielen, im Gegenteil gehören sie sowohl in den Wald- wie Steppenformationen, an Feldrainen und in Hecken zu den charakteristischen Elementen derselben. Zur Bestimmung zog ich ferner A. v. DEGENS sehr instruktive Gliederung der Wildrosen in S. JÁVORKA, *Magyar Flóra*<sup>7</sup>, heran.

Besonders waren es nachstehende Lokalitäten, an denen ich (wegen längeren Aufenthaltes) reichlich Wildrosen studierte und zum Teil einsammelte\*\*:

I. Das Sofioter Beeken. Die sonnigen Abfälle der Vitosa ober Sofia (so am NW-Hange gegen Kněževu usf. hin) weisen zunächst armselige Hutweiden (H) auf, die besonders den reichdrüsigen Arten zusagen. Auch die Hecken und Zäune in und um die Ortschaften, z. B. in Kněževu (K), der Sofioter Umgebung sind reich an solchen Arten. Weiter hinauf tritt am Nordosthange eine prachtvolle blumenreiche Alpenmatte auf. Steingruppen (St) liegen vielfach zutage, und auf diesen finden wir wieder zahlreich Wildrosen (besonders *R. dumetorum*), die aber erst in dem anschließenden Coryletum (C) zur vollen Geltung kommen. Bis an die Baumgrenze reichen dann noch *R. tomentosa* und *R. glauca*, dort mit *R. pendulina* zusammentretend. Auch die grasigen und zum Teil mit Eichenbuschwald bedeckten Steilabfälle des Lülin (L) nächst Sofia sind ungemein reich an Wildrosen. Überhaupt ist dieses Hügelgelände ein botanisches Dorado.

II. Am Ostfuße des Rila-Rhodope-Gebirges bilden in den Ackerbaugebieten (z. B. bei Banje—B, Kostenee—K usf.) die Wildrosen an Feldrainen (F) und sonnigen Waldrändern (W) eine eigene Facies (Rosetum). Wieder sind es drüsereiche Ausbildung und stärkere Behaarung, die sie hier auszeichnen. Auch hier steigen die Wildrosen bis zur oberen Waldgrenze auf, besonders *R. tomentosa*.

III. In dem hochromantischen Durchbruchstale bei Provadia bilden mächtige Kalkbänke die Steilabstürze des Plateaus; hier hat sich eine ausgesprochen thermophile Pflanzengesellschaft eingefunden, die durch Karstbuschwerk (Kb) aus *Quercus lanuginosa*, *Ostrya*, *Paliurus*, *Colutea*, *Syringa*, *Fraxinus ornus* u. a. charakterisiert ist. Diese beherbergt auch eine große Menge von Wildrosen — besonders stark-drüsiger! Auch in

\*\* Eine eingehende Beschreibung der aufgenommenen Pflanzenformationen behalte ich mir für eine eigene Arbeit vor.

den weiteren Mischwäldern begegnen wir ihnen überall. Ganze Schluchten sind stellenweise von ihnen ausgefüllt und unwegsam gemacht. Auf den weiten Hutweiden (H) bilden sie vielerorts dichte Hecken, verbissene Strauchgruppen oder elendes Gestrüpp. — N = nördlich der Stadt, S = südlich derselben!

IV. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Stadt Schumen. Gleich oberhalb der Häuser finden wir zahlreiche Rosenbüsché an Zäunen, in Hecken und auf den Weideplätzen, besonders reichlich aber auf dem mit Hutweiden (H), weiter westlich mit prächtigen Rotbuchen- und Eichenwäldern bestandenen Plateau. *R. canina* und *R. dumetorum* sind vorherrschend, *R. gallica*, *R. arvensis* und *R. micrantha* häufig.

V. Auch bei Gebesche (G) und besonders in den Weinbergen um Varna bieten die Hutweiden (H), Buschreihen (B) und der vielorts recht klägliche Eichenbuschwald (W) reiche Ausbeute an Wildrosen. Hier werden sich wohl noch so manche seltenere Abänderungen auffinden lassen. Die drüsenreichen Formen herrschen hier überall vor. Da in der ganzen Umgebung Varnas durch Kultur und Weidegang die früheren „natürlichen“ Verhältnisse schon längst verschwunden sind und vielfach zusammengewürfelten Assoziationen breite Flächen zur Verfügung stehen, ist eine Zuteilung zu bestimmten Unterverbänden sehr schwierig.

VI. Die Stadt Plovдje (Philippopol) besitzt mitten im Weichbilde eine Reihe trockener Hügel mit zum Teil sehr seltenen Pflanzen. Auch Wildrosen sind hier tonangebend. Felsheide und Felstrift wechseln mit Buschreihen und Ruderalassoziationen. Die im Texte angeführten Arten sammelte ich am Hügel Dschemtemtepe.

VII. Bei Mesdra bricht der Iskrfluß in einem prachtvollen Tale durch die hochaufragenden Gebirgsketten des Westbalkans. Die Steilränder ober dem Flusse bedecken Hutweiden (H) und verkrüppeltes Gebüsch. Auch die Lehnens des Kalenrückens sind reich an Wildrosenbüschén in den Buschreihen der NO-Seite. Beim Orte Vrbešnica enden die von Feldern vielfach unterbrochenen Zerr- und Flaumeichenwälder (W), an deren sonnigen Rändern wie an Feldwegen zahlreiche Wildrosen vorkommen.

***Synstylæ*** DC. [Cat. hort. Monsp., 137 (1813)].

*R. stylala* BAST.

1. f. *typica* H. BRAUN. — Anchialo am Schwarzen Meer, in einer Hecke vor dem Orte.

***Gallicanae*** DC. [apud Ser., Mus. helv., 2 et 4].

*R. gallica* L.

2. var. *haplodonta* BORBÁS, f. *flaccida* J. B. KELLER. — VI.

3. — — f. *cordifolia* HOST, sf. *cordata* CARIOT. — VIIa.

4. — — f. *magnifica* BORBÁS. — III Kb. N.

5. var. *austriaca* CRANTZ, f. *macrophylla* R. KELLER. — IV W.

Die Art ist im Flachlande weit verbreitet und häufig und steigt mit den thermophilen Assoziationen bis ins mittlere Bergland empor.

**Pimpinellifoliae** DC. (l. c., I 3).

*R. spinosissima* L.

6. var. *Ripartii* R. KELLER, f. *glandulosa* (BELL.). — I H.

7. — — f. *eglandulosa* m. — Blütenstiele ohne Stieldrüsen. — II B.

Diese Art gehört zu den „Leitpflanzen“ und „Konstanten“ der thermophilen Buschassoziationen und der Flaumeichenbestände im ganzen Lande bis an den Fuß der Hochgebirge.

**Vestitae** R. KELLER (in ASCH. u. GRAEBN., Syn. mitteleur. Flora, VI, 63 (1900)].

*R. tomentosa* SMITH.

a) Fiederblättchen größtenteils einfach gesägt oder nur zum Teil mit zusammengesetzter Zahnung (*Simplices*):

8. var. *cinerascens* DUMORT. — Die Form mit eikugeligen Scheinfrüchten. — IV W.

9. — — f. *subadenophylla* BORBÁS. — Blätter aber meist fünfzählig. — IV W.

b) Blättchen doppelt gesägt (*Biserratae*):

10. var. *subglobosa* SMITH. — II K F.

11. — — f. *dimorpha* DÉSÉGLISE. — II K F.

12. — — f. *minutiflora* m. — Blüten etwa ein Drittel von der Größe der Normalform; Scheinfrüchte kugelig, klein. — II K F.

13. — — f. *semidenudata* m. — Kelchbecher ohne Stieldrüsen. — II K F.

14. var. *typica* CHRIST. — I St und II K F.

— — Im Übergange zu var. *subglobosa*: II K W.

Die Art ist im mittleren Berglande verbreitet und häufig und steigt bis zur oberen Baumgrenze auf. In den ebenen Teilen selten bis ganz fehlend.

**Rubiginosae** CRÉPIN [in Bull. soc. bot. Belg., XXX. 2 (1892), 91].

Gruppe 1: Blütenstiel stieldrüsenlos (*Leiopoda*):

*R. rubiginosa* L.

15. var. *jenensis* M. SCHULZE, f. *sofiotica* m. — Bestachelung der Äste sehr kräftig; Stacheln kurz, aber an der Basis sehr breit, hakenförmig. Weicht ferner vom Typus ab durch Blättchen, die unterseits ± drüsensonlos sind. Blüten in reichblütigen Dolden. — Verbindet *R. rubiginosa* mit *R. dumetorum-tomentella*. — I H.

*R. micrantha* SMITH.

I. Blüten rot.

a) Blütenstiele mit Stieldrüsen.

1. Blättchen mittelgroß bis groß.

a) *Decalvatae* (Blättchen beiderseits kahl oder unterseits nur am Mittelnerv behaart).

16. var. *fallax* R. KELLER, f. *corymbosa* m. — Blattstiele kahl; Blättchen im Alter ganz kahl, mittelgroß (1,5 bis 1,8 cm), die oberen mit spärlichen Drüsen. Blütenstiele mit sehr reichlichen Stieldrüsen. Blüten zahlreich, 4 bis 10. Griffel kahl, verlängert. Schon stark in f. *provincialis* R. KELLER übergehend! Am ähnlichsten f. *oulxensis* R. KELLER. — II K W.

17. — — f. *provincialis* R. KELLER, sf. *Petrakii* m.\* — Stieldrüsen sowohl am Blütenstiele, als auch am Kelchbecher fehlend. Sonst paßt die Beschreibung KELLERS sehr gut auf unsere Pflanze. — I C.

2. Blättchen klein, kahl oder nur unterseits am Mittelnerv behaart.

18. var. *hystrix* BACKER, f. *subrotundata* m. — Blättchen eiförmig-elliptisch, Blattgrund breit abgerundet, kurz zugespitzt. Sonst wie die Stammform. — II K F.

19. — — f. *subspoliata* DÉS. et OZ. — II K W.

b) Blütenstiele ohne oder nur mit vereinzelten Stieldrüsen.

20. var. *meridionalis* CRÉPIN, f. *perparva* BORBÁS [= *R. Seraphini* VIV. var. *karlovensis* J. B. KELLER, Berichte der bulgar. bot. Gesellsch., II (1928)]. — ASCH. et GRAEBN. (Syn. VI, S. 120) rechnen f. *perparva* zu var. *hystrix* BACKER, wohin sie aber sicher nicht gehört. — I H; manche Scheinfrüchte sind schmallänglich (Übergang zu f. *delphinensis* CHAB.) und am Grunde mit zahlreichen Drüsenborsten besetzt. — IV W.

— — f. *nudicaulis* m. — Blütenstiele völlig drüsello. — I H.

— — f. *schumensis* m. — Blütenstiele verlängert, 2 bis 2,5 mal so lang als die eikugeligen oder kugeligen Fruchtbecher, ohne Stieldrüsen. — IV H.

II. Blüten weiß, klein. Blättchen kleiner.

21. var. *hungarica* R. KELLER. — I C; III H; VII Kalen u. H (hier von *Cuscuta europaea* übersponnen), W.

— — Im Übergange zu var. *meridionalis*:

Blättchen zum Teil sehr klein, zum Teil größer bis mittelgroß, oft am gleichen Blütenzweige. Blütenstiele zum Teil sehr schütter mit Stieldrüsen besetzt. Kelchbecher länglich-eiförmig. — IV H.

*R. agrestis* SAVI = *R. sepium* THUILL.

A. Blütenstiele ohne Stieldrüsen.

22. var. *typica* R. KELLER. — II K F.

23. + — f. *robusta* CHRIST. — IV H.

24. — — f. *albiflora* OPIZ. — III Kb.

Diese Art kommt zerstreut in der Niederregion im ganzen Lande vor, seltener noch im niederen Berglande.

*Eucaninae* CRÉPIN [in Bull. soc. bot. Belg., XXXI 2, 81 (1892)].

*R. canina* L.

\* Herrn Dr. FRANZ PETRAK in Mähr.-Weißkirchen zu Ehren benannt.

A. Blütenstiele ohne Stieldrüsen.

a) Kelchzipfel am Rande nicht mit zahlreichen Drüsen besetzt.

I. *Lutetianae*; Blättchen einfach gezähnt (oder nur mit vereinzelten Nebenzähnchen).

a) Griffel wollig behaart.

\* Scheinfrüchte ellipsoidisch bis eiförmig (seltener einige ± kugelig).

25. var. *typica* H. Br., f. *lasiostylis* BORBÁS. — II B u. K W; IV W; VI Kalen.

26. — — — sf. *glabrescens* m. — Griffel fast kahl. Blättchen oval, am Grunde abgerundet. — III Kb N.

27. — — f. *syntrichostyla* RIP. — III Kb N; V Varna B.

28. — — — sf. *incerta* m. — Das Exemplar zeigt an manchen Blättchen vereinzelte Nebenzähnchen. — III H S.

29. — — — sf. *ferocior* m. — Auch die Blütenzweige derb bestachelt, Stacheln hakig gebogen, breit. — I C.

— — — Im Übergange zu var. *spuria* PUGET: IV H u. W. Zahnung doch noch einfach!

— — — Im Übergange zu f. *euroxiphylla* BORBÁS. — Sowohl in der Blättchenform (untere schmaleiförmig bis lanzettlich), als auch in den Kelchbechern (diese fast schon kugelig-eiförmig) eine Mittelstellung zwischen f. *typica* u. f. *euroxiphylla* einnehmend. — II K F.

\*\* Scheinfrüchte kugelig (oder eikugelig).

30. var. *dilucida* DÉSÉGL. et OZANON. — II K F u. W.

31. — — f. *glaucisimilis* m. — Einzelne der fast laubartigen, sehr verlängerten (bis dreimal so lang als der Kelchbecher) Kelchzipfel sind aufgerichtet wie bei *R. glauca* VILL. Fiedern nicht drüsig. Blättchen groß und breit, weit von einander abstehend (!). Blattstiele kahl, mit einzelnen gelblichen gekrümmten Stachelchen. Früchte im Verhältnisse zu den Blüten klein, kugelig. — II K F.

32. — — f. *euroxiphylla* BORBÁS. — II K F.

33. — — — sf. *varnensis* m. — Niedriger, dicht verzweigter Strauch, erinnert an *R. sepium*. — V Varna H.

β) Griffel behaart, aber nicht wollig, seltener (fast) kahl (im Alter!).

\* Scheinfrüchte eiförmig bis ellipsoidisch.

34. var. *lutetiana* LEMAN. — I K L.

35. var. *fallens* DÉSÉGL. — I L; II K F u. W; III Kb N.

36. — — f. *amabilis* m. — Unterscheidet sich von der Hauptform durch die mit sehr spärlichen Stieldrüsen und kleinen gelblichen Stachelchen besetzten, sonst kahlen purpurroten Blattstiele, weit auseinanderstehende eiförmige, am Grunde abgerundete, scharf zugespitzte, unterseits seegrüne Blättchen mit purpurroten Nerven. Aussehen zart. Äste mit fast geraden Stacheln bewehrt. Früchte klein, eiförmig. Steht auch sehr nahe var. *sphaerica* GREN. (siehe unten). — I C.

37. — — f. *Desvauxii* H. BRAUN.

Halte ich nur für eine Abänderung mit unterseits seegrünen Blättchen von var. *fallens* DÉSÉGL. Unsere Exemplare sind charakteristisch durch die (frisch gesammelt) bereiften Blütenästchen mit ganz kurzen violetten Stachelchen. — II K F.

38. var. *fallax* PUGET. — VII Buschwerk nächst der Brücke über den Iskr; II K F.

— — Im Übergange zu var. *spuria* PUGET. — Jüngere Zweige und Blättchen rot überlaufen; Sägung einfach, aber unregelmäßig. — II K F.

— — f. *pedunculata* m. — Blütenstiele bis 2 cm lang. — IV H.

39. — — f. *oxyphylla* RIPART, sf. *erostyla* m. — Diskus schmal kegelförmig. Kelchzipfel mit sehr langen, schmalen einfachen Anhängseln. — V Varna H.

— — Übergang zu *R. dumetorum* THUILL.

40. var. *hispidula* RIPART. — An einzelnen (!) Blättchen sieht man am Beginne des Mittelnerves einzelne Härchen, aber sonst macht die Pflanze nicht den Eindruck von *R. dumetorum*. — I K.

## 41. \*\* Scheinfrüchte kugelig (oder eikugelig).

var. *sphaerica* GRENIER, f. *laeta* m. — Ausgezeichnet durch die freudiggrüne (bis blasse) Farbe der Blättchen und (genau) kugeligen Früchte; Blättchen ± eilanzettlich. — I C.

## γ) Griffel kahl.

32. var. *abholtescens* RIPART, f. *miranda* m. — Auffällig durch die langgestielten (bis 2 cm) eikugeligen Scheinfrüchte. — VI Kalen.

II. *Transitoriae*; Blättchen teils einfach (die oberen), teils unregelmäßig oder fast doppelt gesägt (die unteren und kleinsten seitlichen). — Vgl. auch var. *sphaerica*.

## \* Griffel wollig behaart.

○ Scheinfrüchte eilänglich bis eiförmig.

33. var. *semibiserrata* BORBÁS. — I L u. K; IV H.

34. — — f. *mentacea* PUGET. — V G B; II K F.

35. — — f. *parvifolia* H. BRAUN. — Blättchen klein, schmalelliptisch, zugespitzt, unterseits grün. Zweige hin- und hergebogen, relativ reich und stark bestachelt. — VI Kalen H.

36. — — f. *transitoria* R. KELLER. — Die unterseits seegrünen Blättchen sind schmäler, mit etwas vorgezogener Spitze, der Blattgrund ist stark verschmälert. Entspricht somit der f. *intercedens* H. BRAUN von var. *montivaga* (siehe unten). (Bei var. *biserrata* sind die Blättchen breit eiförmig und am Grunde breit abgerundet.) — Wie vorige.

— — f. *erostyla* (RIP.) m. — Griffel gestreckt, fast säulenförmig. — I L K; VI Kalen H.

○ ○ Scheinfrüchte (eikugelig oder) kugelig.

37. var. *montivaga* DÉSÉGL. — I C, St; II K F; V Kb N; VI Kalen H.

— — **f. *parvifolia*** m. — Blättchen viel kleiner (8 bis 12 mm), aber doch noch eiförmig und mit abgerundetem Grunde, von f. *aciphylla* sehr verschieden. — I St.

— — Im Übergange zu f. *globularis* FRANCHET (siehe unten): V G W.

— — Im Übergange zu f. *eriostyla* RIP. (siehe unten). Einige Früchte mit verlängerten, fast säulenförmigen Griffeln. — II K F.

— — Im Übergange zu *R. glauca* VILL.: I L W.

— — Im Übergange zu f. *euoxyphylla* BORBÁS: I C; II K F.

— — Im Übergange zu f. *intercedens*; Blättchen zum Teil mit stark verschmälerter Basis. — I K; II K F; V Kb N; IV H.

— — — **sf. *subglaucia*** m. — Blättchen unterseits seegrün, zum Teil in den Blattstiel verschmälert. Scheinfrüchte relativ klein. — I K F.

— — **f. *rhodopensis*** m. — Zweige rot überlaufen (wie beim Typus), auch Nebenblätter und Blattstiele purpur. Ausgezeichnet durch die sehr langen (bis 8 cm) Blattstiele, die ganz charakteristisch mit abwechselnden größeren und kleineren geraden, an der Basis verbreiterten Stachelchen regelmäßig besetzt sind, zwischen denen vereinzelte Drüsen auftreten. Auch der Mittelnerv der mittelgroßen breiteiförmigen, kurz zugespitzten Blättchen mit abgerundetem Grunde, die zu 3 bis 4 Paaren am Blattstiel angewachsen sind, zeigt öfter einige Stachelchen (aber keine Drüsen). Früchte relativ klein, eikugelig bis kugelig, auf 1 bis  $1\frac{1}{4}$  cm langen, kahlen Stielen. Griffel dicht beborstet. Kelchzipfel ohne oder mit wenigen Fiedern (oft unsymmetrisch einseitig), mit sehr wenigen oder ohne Drüsen. Zweige bis zu den Blüten mit großen derben, fast geraden Stacheln besetzt. — II K W.

— — **f. *macrocarpa*** m. — Form mit schwächerer Griffelbehaarung und sehr großen kugeligen Scheinfrüchten (1,8 cm breit und 1,2 cm hoch). — I C; II K F.

38. — — f. *intercedens* H. Braun. — II K F; IV H.

— — — **sf. *colorata*** m. — Oberste Deck- und Kelchblätter weinrot überlaufen. Bildet ein Bindeglied zu var. *montivaga*, indem auch bei ihr die Blättchen zum Teil (besonders die Endblättchen) noch am Grunde abgerundet sind, während aber die meisten derselben in den sehr kurzen Blättchenstiel verschmälert sind. — I L.

\*\* Griffel mehr minder dicht beborstet, aber nicht wollig behaart.

◎ Scheinfrüchte eiförmig bis ellipsoidisch (oder länglich).

△ Zweige, Blättchen und Nebenblätter  $\pm$  purpur überlaufen (wenigstens jung).

39. var. *spuria* PUGET (= *glaucescens* DESV. e. p.). — I K L; K auch im starken Übergange zu var. *luteiana*, indem die Zahnung fast noch

einfach ist; die Blütenstiele sind verlängert. — IV H; VII Kalen H. — Bei Schumen fast f. *pauciflora* WEISS, aber Stacheln noch derber, Blütenstiele kurz.

— — Im Übergange zu var. *montivaga* DÉS. — Auch die Früchte zum Teil kugelig, zum Teil eiförmig. Griffel teils schütter behaart, teils wollig (am selben Blütenzweige!). — I K.

— — Im Übergange zu var. *fissidens* BORB. — Blütenstiele verlängert. — I K.

— — Im Übergange zu f. *oenophora*. Blättchen am Grunde verschmälert. — I K L; II K F.

— — f. *oenophorae similis* m. — Hält die Mitte zwischen var. *montivaga* und var. *spuria*, da die Früchte mehr eikugelig als eiförmig sind. Verkümmerte Früchte bleiben kugelig. Zweige und Blättchen (auch Nebenblätter) rot überlaufen, jüngste Zweige bereift! — II K F.

40. — — f. *oenophora* J. B. KELLER, sf. *suboenophora* G. BECK. Laub dunkelgrün. Griffel beborstet bis schwach wollig. — II K F.

△ △ Alle Teile (außer den älteren Ästen) grün, nicht purpur überlaufen.

41. var. *fissidens* BORBÁS. — I K; II K W.

— — Im Übergange zu f. *acuminata*: II K F; V Varna B.

42. — — f. *acuminata* H. BRAUN. — III Kb N.

— — — In der sf. *syntrichostylis* m. — Das Griffelköpfchen ist stielartig abgesetzt, der Diskus kegelförmig. — III Kb N.

43. — — f. *fissispina* WIERZ., sf. *dubia* m. — Obere Blättchen eiförmig, am Grunde abgerundet, unter normalen solche mit keilförmigem Grunde! — I K L.

⊙ ⊙ Früchte kugelig (oder eikugelig).

△ Blättchen größer.

44. var. *montivaga* DÉS., f. *globularis* FRANCHET. — I St.

45. — — — sf. *erystyla* RIP. et DÉSÉGL. — II K F.

46. — — f. *subvirens* KELLER et WIESB. — I H.

△ △ Blättchen kleiner.

47. var. *ramosissima* RAU. — Verwandt mit f. *firmula* GODET: IV W; II K F.

\*\*\* Griffel fast kahl.

var. *semibiserrata* BORBÁS (siehe oben).

48. f. *Swartzii* FRIES. — I L (Form mit stärker behaartem Blattstiele; Blättchen unterseits seegrün); II K F.

49. var. *frondosa* STEVEN. — VI.

50. — — f. *elatiorum* BORBÁS. — II K F.

b) Kelchzipfel am Rande (und zumeist auch am Rücken) mit zahlreichen Drüsen besetzt. Fiedern mit zahlreichen Stieldrüsen bekleidet.

51. var. *pratincola* H. BRAUN. — Entspricht var. *montivaga*!

52. — — f. *versuta* H. BRAUN. — I C; III Kb N.

53. var. *calosepala* H. BRAUN. — Entspricht var. *semibiserrata*! — I St.

III. Alle Blättchen ± scharf drüsig doppelt gesägt (alle Sägezähne mit drüsigen sekundären Sägezähnchen versehen): *Biserratae*.

a) Kelchzipfel nicht drüsig gewimpert (Fiedern bisweilen mit einigen Stieldrüsen am Saume). — Gegensatz S. 259 unten.

\* Griffel dicht, oft wollig behaart. — Gegensatz S. 259 (\*\* und \*\*\*).

△ Scheinfrüchte ellipsoidisch, eiförmig oder länglich.

+ Blättchen unterseits nicht see- oder graugrün.

54. var. *dumalis* BECHSTEIN, f. *erostyliformis* m. — Griffel säulenförmig verlängert. — I K F u. B F.

55. — — f. *laxifolia* BORBÁS. — II K F.

56. — — f. *innocua* RIPART. — I K.

57. — — f. *recognita* ROUY. — I K.

+ + Blättchen unterseits grau- oder seegrün!

! Blattstiele ± kahl.

58. f. *rubelliflora* RIPART. — I K.

59. — — f. *opaca* FRIES. — II K F.

60. — — f. *glaucina* RIPART. — I L W.

!! Blattstiele behaart.

61. var. *glaucijolia* OPIZ. — I K L (in einer Form mit schwacher Griffelbehaarung und ± doppelter Blattsägung, Blattstiele behaart).

62. — — — sf. *hirtescens* (H. BRAUN). — Stielhaarige Form mit öfter purpur überlaufener Belaubung; H. BRAUN rechnet sie zu var. *rillosiuscula* RIPART, wozu sie aber nur zum Teil gehört (soweit auch die Blütenstiele behaart sind!). — I K.

△ △ Scheinfrüchte (meist) eikugelig oder kugelig.

+ Blättchen unterseits nicht see- oder graugrün.

63. var. *sphaeroidea* RIPART. — II K F.

— — Abänderung mit kleineren Blättern: II K F.

64. — — f. *parvifrugifer* m. — Früchte auffallend klein. — II Kb N. Steht am nächsten f. *subtomentella* J. B. KELLER, die sich aber durch drüsige und feinbehaarte Nebenblättchen unterscheidet.

65. — — f. *luxemburgiana* (CRÉPIN). — I K; II K F; IV W.

66. — — f. *erostyla* RIPART et DÉSÉGL. — II K F.

— — Im Übergange zu var. *dumalis* (siehe oben) und f. *innocua* (ebenso). Scheinfrüchte zum Teil länglich-elliptisch; Blättchen breit-eiförmig, fast kreisrund. — II K F.

+ + Blättchen unterseits seegrün (oder graugrün).

67. — — f. *malmundariensis* LEJEUNE, sf. *rhodopensis* m. — Ausgezeichnet durch sehr große kugelige Früchte. Griffel schwach behaart. — II K F.

— — — — **sf. *subviridicata*** m. — Hält die Mitte zwischen f. *malmundariensis* und *viridicata*. Blättchen (mittelgroß bis) klein, beidseitig verschmälert, unterseits nicht seegrün. Griffel ± wollig-zottig. Blattstiele ziemlich reichdrüsig, aber kahl. Viele Blättchen sind in den Blattstiel verschmälert. — II K F.

68. — — f. *gregaria* H. BRAUN. — II K F.

69. — — — sf. *viridicata* PUGET. — Halte ich für eine kleinblättrige Abänderung von f. *gregaria*! — I K; IV H u. W.

\*\* Griffel behaart, aber weder wollig noch zottig. (Siehe auch \*\*\*, 17 Zeilen tiefer.)

△ Blattstiele (der ganzen Länge nach dauernd) und Blütenstiele behaart.

70. var. *vilosiuscula* RIPART. — I K L.

△ △ Blattstiele nur teilweise oder gar nicht, zumindest nicht dauernd behaart. Blütenstiele kahl.

+ Scheinfrüchte (eikugelig bis) kugelig.

71. var. *sphaeroidea* RIPART, f. *calophylla* CHRIST. — II K F.

72. — — f. *rubescens* RIPART. — II K F.

73. — — f. *silvularum* RIPART. — II K F.

+ + Scheinfrüchte eiförmig bis elliptisch (länglich).

74. var. *squarrosa* RAU. — II K F.

— — f. *pulchra* m. — Auch die Kelchblätter und Kelchzipfel weinrot überlaufen. Griffel nur beborstet. — I K.

75. var. *squarrosula* J. B. KELLER. — IV H.

76. var. *racemulosa* H. BRAUN, f. *hirtistylis* H. BRAUN. — I K.

\*\*\* Griffel nur im unteren Teil und daselbst oft nur schwach flaumhaarig oder kahl.

○ Scheinfrüchte kugelig (oder eikugelig).

77. var. *sphaeroidea* RIPART, f. *effusa* H. BRAUN. — I C; II K F (Griffel fast kahl).

78. — — f. *glaberrima* DUMORT. — II K F.

79. — — Im Übergange zu f. *Carioti* CHAB. — Einzelne Früchte ± oblong. — II K F.

○ ○ Scheinfrüchte eilänglich oder ellipsoidisch.

80. var. *dumalis* BECHST. (vgl. Nr. 54), f. *attenuata* RIPART. — II K F.

b) Kelchzipfel am Rande reichlich mit Drüsen gewimpert (vgl. S. 258).

\* Griffel behaart.

81. var. *biserrata* MÉRAT, f. *typica* H. BRAUN. — I St u. C; II K F; VII Kalen B.

82. — — Im Übergange zu var. *lapilipoda* R. KELLER (siehe unten). — II K F. Die Blättchen sind am Mittelnerv und sogar am Rande (und an der Basis) stärker drüsig. Kelchzipfel drüsig berandet. Griffel behaart.

Auch an den Sekundärnerven zeigen sich ab und zu Drüsen, also Übergang zu var. *scabrata* CRÉPIN (siehe unten).

83. var. *disparabilis* LUC. et OZANON. — I K.

\*\* Griffel kahl (oder kaum flaumig).

84. var. *lapilipoda* R. KELLER.

— — f. *traducens* m. — Stellt ein Bindeglied zu var. *calosepala* H. BR. (siehe S. 258, Nr. 53) sowohl in der Sägung des Blattrandes als auch in der Bestachelung und Bedrüsung dar. Die Kelchzipfel sind drüsig gewimpert. — I St.

85. var. *sofotica* m. — Erinnert in der Tracht fast an *R. pendulina*. Zweige schlank, rötlich überlaufen, grob bestachelt. Nebenblätter, Blattstiele und Blattnerven rötlich überlaufen. Öhrchen, Blattstiele und Kelchzipfel reichlich drüsig bewimpert. Die meisten der mittelgroßen Blättchen am Grunde ausgesprochen keilig zusammengezogen, ziemlich entfernt stehend. Scheinfrüchte eilänglich. Blüten meist einzeln.

Von var. *calosepala* H. BRAUN durch den Blattgrund (bei var. *calosepala* am Grunde abgerundet!), von var. *praticola* H. BRAUN durch die verschmälerte Blättchenbasis und längere Scheinfrüchte, von var. *versuta* H. BRAUN durch die Früchte (dort kugelig, Griffelköpfchen stärker behaart) unterschieden. — I K.

86. — — f. *interposita* m. — Bildet ein Bindeglied zu var. *praticola* H. BRAUN, mit der sie in der ganzen Tracht (reichliche Beblätterung, dichte Stellung der Fiederblättchen) übereinstimmt, nur der Blattgrund ist bei den meisten Blättchen verschmälert. Auch hat sie große Ähnlichkeit mit var. *glaucina* RIP., für die man sie auf den ersten Blick halten würde. — I H.

IV. Blättchen unterseits an den Sekundärnerven  $\pm$  drüsig.

\* Blütenstiele ohne Stieldrüsen.

87. var. *scabrata* CRÉPIN. — IV H.

\*\* Blütenstiele mit Stieldrüsen. Vgl. *R. dumetorum* var. *nitidula* (S. 267, Nr. 162)!

B. Blütenstiele mit Stieldrüsen; vgl. auch var. *nitidula* (wie oben!).

a) Blättchen unterseits nicht bläulichgrün, ohne vorspringendes Adernetz: *Andegavenses*.

1. Blättchen einfach (oder fast einfach) gesägt. Griffel schwach behaart bis kahl.

$\triangle$  Blütenstiele nur zum Teil Drüsen tragend (zum Teil ohne solche).

88. var. *andegavensis* BASTARD, f. *Mollardiana* MOUTIN. — I K.

89. — — f. *edita* DÉSÉGLISE. — Leitet bereits zu f. *bihariensis* BORBÁS über, denn die Blattsägung ist fast schon transitorisch und die Griffel sind schwach behaart. Auch zu f. *substylis* BORBÁS hat sie nahe Beziehungen. Scheinfrüchte aber kugelig (bis eikugelig). — II K W; IV H, VII Kalen B.

2. Blättchen unregelmäßig doppelt gesägt. (Siehe auch 3, S. 261).

90. — — f. *hirtella* CHRIST. — IV H.

— — — — sf. *pseudotranssilvanica* m. — Blättchen unterseits seegrün; vgl. die Beschreibung in BECK, Fl. Bosn. Herc. (1929), 143. — III Kb S.

91. — — f. *bihariensis* BORBÁS. — I St.

3. Blättchen regelmäßig doppelt gesägt.

\* Griffel behaart bis wollig.

△ Blütenstiele dicht drüsig.

92. var. *andegavensis* BAST., f. *hispidissima* CHRIST. — I C; II K W.93. — — f. *Dollineriana* R. KELLER. — I K.

△ △ Blütenstiele spärlich stieldrüsig.

94. — — f. *subhirtella* H. BRAUN. — IV H.

95. — — — — sf. *vixhispida* CHRIST. — Kaum von voriger zu trennen, der Zuschnitt der Blättchen mehr lanzettlich, die Blattstiele stets kahl. — I K.

\*\* Griffel kahl oder schütter behaart.

96. var. *andegavensis* BAST., f. *oenensis* KERNER. — IV H.

b) Blättchen unterseits bläulichgrün, mit vorspringendem Adernetze. — *Pseudogallicae*.

97. var. *Kosinsciana* BESSER. — II B F.*R. glauca* VILL.

1. Blütenstiele meist sehr kurz (bis etwa von der Länge der Scheinfrüchte).

\* Blütenstiele stieldrüsenlos.

98. — — f. *complicata* GREN. — I K [im Sinne H. BRAUNS mit regelmäßig doppelt gesägten Fiederblättchen; vgl. BECK, Fl. N.-Ö. (1893), 782]; II K F [im Sinne ASCH. et GR., Syn. VI (1905), 188, mit unregelmäßig gesägten Fiederblättchen]; V G W (hier in einer Form mit verlängertem Blütenstiele; etwa von der Länge der Scheinfrucht).

99. — — f. *falcata* PUGET. — III H.

100. var. *sepincola* H. BRAUN. — Das Exemplar stimmt völlig mit jenem in PETRAKS Flora exs. Boh. et Mor., Lf. IX, No. 842, überein. — I C.

\*\* Blütenstiele stieldrüsig.

101. var. *Schottiana* SERINGE. — H. BRAUN zieht sie (in BECK, a. a. O., S. 793) mit Unrecht zu *R. canina*; sie gehört sicher in die Verwandtschaft der *R. glauca*. Durch die nicht selten stärkere Bedrüsung der Unterseite (auch die Sekundärnerven) ist überdies die Verbindung zu *R. rubiginosa* gegeben. — V Varna H.

*R. coriifolia* FRIES.

102. var. *incana* KITAIBEL, f. *varnensis* m. — Unterscheidet sich von der Stammform leicht durch die reich gefiederten, sehr langen Kelchzipfel. Blättchen mittelgroß, dicklich, unterseits grauweiß behaart

bis filzig. Deckblättchen etwas rot überlaufen. Griffel fast kahl, oft fast säulenförmig emporgehoben. — V Varna H.

103. var. *frutetorum* BESSER. — Entspricht der Beschreibung H. BRAUNS in BECK, Fl. N.-Ö. (1893), 795. — II K F.

*R. dumetorum* THUILL.

A. Blättchen unterseits ohne Drüsen (höchstens am Mittelnerv mit vereinzelten Drüsen).

① Blütenstiele ohne Stieldrüsen. — *Eglandulosa*.

I. Blättchen auch älter unterseits mehr minder dicht behaart. — *Typicae*.

1. Scheinfrüchte kugelig oder eikugelig.

a) Blättchen einfach gesägt. Griffel mehr minder dicht behaart (nicht wollig).

104. var. *typica* H. BRAUN, f. *obtusifolia* DESV. — I C St; V G H.

b) Blättchen einfach gesägt (höchstens hie und da ein drüsiges Sekundärzähnchen eingemengt). Griffel wollig.

105. — — f. *solstitialis* BESSER. — IV H.

106. — — f. *incanescens* H. BRAUN. — V Kb.

2. Scheinfrüchte eiförmig bis ellipsoidisch.

a) Blättchen einfach gesägt.

\* Griffel dicht behaart bis wollig.

107. var. *leptotricha* BORBÁS. — IV H W.

\*\* Griffel behaart bis fast kahl, nicht dicht behaart bis fast wollig.

108. var. *submitis* GRENIER. — I K.

109. var. *hypotricha* H. BRAUN. — IV H.

II. Blättchen (auch schon in der Jugend) oberseits (schwach behaart) bis kahl, unterseits auf der ganzen Fläche  $\perp$  dicht behaart. Sägezähne bewimpert. — *Peropacae*.

1. Scheinfrüchte kugelig oder eikugelig. Griffel dicht zottig bis wollig behaart.

$\triangle$  Blättchen einfach gesägt.

110. var. *peropaca* H. BRAUN. — III Kb S; V Varna H S u. N.

— — — Übergang zu f. *hirtifolia*: sf. *pedunculata* m. — Die meisten Blättchen elliptisch, schmäler, einfach gesägt. Blütenstiele sehr lang (bis 2 mal so lang als die Scheinfrüchte). Blüten in Dolden. Scheinfrüchte kugelig. — I C.

$\triangle \triangle$  Blättchen unregelmäßig gesägt.

111. — — f. *hirtifolia* H. BRAUN. — I St; II K F.

112. — — f. *perciliata* H. BRAUN. — VI.

2. Scheinfrüchte eiförmig bis eilänglich.

\* Griffel dicht zottig bis wollig behaart.

113. var. *hirta* H. BRAUN. — III H; V Varna B S.

$\triangle \triangle$  Blättchen unregelmäßig gesägt.

114. var. *heterotricha* BORBÁS. — I L; IV H.

115. — — f. *Wiedermanniana* J. B. KELLER. — IV H.

△ △ △ Blättchen regelmäßig doppelt gesägt.

116. var. *hemitricha* RIPART. — III Kb N.

\*\* Griffel zwar ± dicht beborstet, aber nicht wollig.

△ Blättchen einfach gesägt.

117. var. *urbicoides* CRÉPIN. — IV H.

118. var. *trichoneura* RIPART. — III Kb S, H; IV H.

△ △ Blättchen unregelmäßig gesägt.

119. var. *uncinelloides* PUGET, f. ***longiflora*** m. — Blütenstile auffällig lang (fast zweimal so lang wie die Scheinfrüchte). — IV H.

\*\*\* Griffel schwach behaart bis kahl.

120. var. *Forsteri* SMITH. — V. Varna H N.

121. var. *uncinelloides* PUGET (wie oben). Blättchen transitorisch. — II K (im oberen Fichtenbereiche noch bei 1800 m).

122. var. *peropaca* H. BRAUN (mit fast kahlen Griffeln). — VII (ober dem Flusse, H.).

III. Blättchen unterseits auf dem Mittelnerv und den Seitennerven behaart, oberseits kahl. Sägezähne nicht bewimpert. — *Semiglabrae*.

I. Früchte eikugelig bis kugelig.

\* Griffel dicht zottig bis wollig behaart.

△ Blättchen alle einfach gesägt.

123. var. *semiglabra* RIPART. — Blütenstile kahl. — III Kb N; V Varna B S; VII (*Paliurus*-Buschfazies).

124. — — f. *piligera* H. BRAUN. — V Varna, B.

125. var. *peropaca* H. BRAUN (glabrescente Form!) — II K F.

△ △ Blättchen unregelmäßig doppelt gesägt (bald einfach, bald — besonders die unteren — doppelt am gleichen Blütenzweige).

126. var. *spinctorum* DÉSÉGL. et OZANON. — II K W.

127. var. *platyphylla* RAU, f. *sphaerocarpa* PUGET. — IV W.

△ △ △ Blättchen regelmäßig doppelt gesägt.

Hieher Formen von var. *peropaca*, die der f. *hirtifolia* (S. 262, Nr. 111) nahestehen.

\*\* Griffel leicht behaart bis kahl.

128. var. *semiglabra* PUGET, f. ***globicarpa*** m. (= f. *sphaerocarpa* PUGET, pro parte, diesem Namen entsprechende Formen treten bei mehreren Varietäten auf). — I K; II K F; IV W.

129. — — — sf. ***subcordata*** m. — Endblättchen kreisförmig-eiförmig, am Grunde leicht herzförmig. — III Kb N.

2. Früchte eiförmig bis eilänglich.

\* Griffel dicht zottig bis wollig.

△ Blättchen alle ± einfach gesägt.

Hieher Formen der var. *semiglabra* (Nr. 123) und var. *uncinella* (Nr. 130), auch gelegentliche Abänderungen der var. *platyphylla* (Nr. 131).

△ △ Blättchen unregelmäßig gesägt (bald einfach, bald doppelt am gleichen Blütenzweige).

130. var. *uncinella* BESSER. — II K F; III Kb N; IV W; V Varna B.

131. var. *platyphylla* RAU. — IV W; V Varna B.

132. — — f. *pilosa* OPIZ, fast sf. *peracuta* H. BRAUN. — III Kb S.

△ △ △ Blättchen alle regelmäßig doppelt gesägt.

Hieher gelegentliche Formen von var. *platyphylla* (wie oben).

\*\* Griffel leicht behaart bis kahl.

△ Blättchen einfach gesägt.

133. var. *platyphylloides* CHABERT. — II K F; III Kb S; IV H; V Varna H.

△ △ Blättchen unregelmäßig gesägt (wie oben!).

Hieher auch gelegentliche Formen von var. *platyphylloides* (wie oben).

△ △ △ Blättchen regelmäßig doppelt gesägt.

134. var. *subastrichostylis* BORBÁS, f. *saxicola* H. BRAUN. — II K F.

IV. Blättchen nur am Mittelnerv behaart, sonst kahl. — *Decalvatae*.

1. Früchte eikugelig bis kugelig.

\* Griffel dicht zottig bis wollig behaart.

△ Blättchen einfach gesägt.

135. var. *globata* DÉSÉGLISE. — I C; II K F; IV H.

△ △ Blättchen unregelmäßig gesägt (wie vorher!).

Hieher gelegentliche Formen von var. *uncinella* BESSER (Nr. 130).

△ △ △ Blättchen völlig drüsig-doppeltgesägt.

136. var. *quadica* H. BRAUN. — I K; II K F.

\*\* Griffel dicht behaart, aber nicht wollig (noch zottig).

△ Blättchen einfach gesägt.

Hieher gelegentliche Formen von var. *acanthina* DÉSÉGLISE (siehe tiefer).

△ △ Blättchen unregelmäßig doppelt gesägt (wie oben).

137. var. *acanthina* DÉS. et OZANON. — IV W.

*eulanceolata* H. BRAUN (wie unten), f. ***globifera*** m. — Früchte kugelig. — V G (ober dem Bahnhofe).

\*\*\* Griffel wenig behaart bis kahl.

△ Blättchen einfach gesägt.

Hierher gelegentliche Formen der var. *semiglabra* RIPART (Nr. 123).

△ △ Blättchen unregelmäßig doppelt gesägt.

138. var. *decalvata* CRÉPIN. — III Kb S; IV H (die Form mit eikugeligen Scheinfrüchten!).

139. — — f. ***appendiculata*** m. — Kelchzipfel sehr lang, laubartig verbreitert. — III Kb N.

140. — — f. *subglabra* BORBÁS. — IV H.

△ △ △ Blättchen alle doppelt gesägt.

141. var. *suboxyphylla* BORBÁS. — IV H.

2. Scheinfrüchte eiförmig bis eilänglich.

\* Griffel wollig oder doch zottig behaart.

△ Blättchen einfach gesägt.

Hieher gelegentliche Formen von var. *platyphylloides* (Nr. 133).

△ △ Blättchen unregelmäßig doppelt gesägt.

142. var. *inaequiserrata* H. BRAUN. — II K F; IV H; V Varna B.

△ △ △ Blättchen alle doppelt gesägt.

Hieher gelegentliche Formen von var. *decalvata* (siehe oben!).

\*\* Griffel behaart, aber nicht zottig, noch wollig.

△ Blättchen einfach gesägt.

Hieher gelegentliche Formen von var. *platyphylloides* (Nr. 133).

△ △ Blättchen unregelmäßig (doppelt) gesägt.

143. var. *eulanceolata* H. BRAUN. — I L; III Kb S; V Varna B u. G; VII Kalen.

△ △ △ Blättchen völlig doppelt gesägt.

Hieher gelegentliche Formen von var. *inaequiserrata* H. BRAUN (Nr. 142).

\*\*\* Griffel schütter behaart bis kahl.

△ Blättchen einfach gesägt.

144. var. *platyphylloides* CHAB., f. *Reussii* H. BRAUN. — III Kb; V Varna B.

△ △ Blättchen unregelmäßig doppelt gesägt.

145. var. *decalvata* CRÉPIN (Nr. 138). — Die Form mit eilänglichen Scheinfrüchten.

146. — — f. *piricarpa* m. — Scheinfrüchte birnförmig. — IV H.

⊙ ⊙ Blütenstiele mit Stieldrüsen. — *Collinae*.

△ Blättchen einfach gesägt, oberseits meist kahl.

147. var. *Déséglisei* BOREAU (= *R. collina* JACQ.), f. *hispidula* RIPART. — V Varna B. Die Exemplare neigen durch die schwach birnförmigen Scheinfrüchte zu f. *imitata* Dés.

△ △ Blättchen unregelmäßig doppelt gesägt.

148. — — f. *decipiens* m. — Die oberen Blättchen zum Teil lanzettlich, zum Teil eiförmig, unterseits nur am Mittelnerv behaart (*Decalvatae!*), unregelmäßig gesägt. Blumenkronzipfel sehr lang, Blütenstiele spärlich stieldrüsig. Ähnlich *R. megalantha* BORB. et WIESB., aber Früchte eilänglich (nicht kugelig!). — V Varna B.

149. — — f. *Pesiana* BURNAT et GREMLI. — III Kb.

150. — — f. *cataractarum* BORBÁS. — IV H W. Griffel schwach säulenförmig abgehoben.

151. var. *pseudocollina* CHRIST. — Im Übergange zu f. *persimilis* J. B. KELLER, von der sie sich durch die am Rücken drüsigen Kelchblättchen unterscheidet. Blättchen fast unregelmäßig gesägt. Auch zu f. *cataractarum* BORBÁS steht sie in naher Beziehung. — V G (ober dem Bahnhofe).

152. — — *incerta* DÉSÉGLISE. — V Varna B N. Blättchen nur auf den Nerven der Unterseite behaart (*Semiglabrae*); Blütenstiele nur etwas stieldrüsig, aber Kelchbecher drüsig und Kelchblätter am Rücken mit dunklen Drüsen besetzt.

153. var. ***bulgarica*** m.

Blätter 5- bis 7zählig. Blättchen fast kreisrund, aber mit zumeist in den Blattstiel rasch zusammengezogener Basis, mattgrün (fast gelblich), oberseits kahl, unterseits schütter behaart (*Semiglabrae* bis *Peropacae*!). Blattstiele filzig, mit einigen kleinen gelblichen Stachelchen besetzt. Blütenzweige mit ziemlich kräftigen, mehr fast geraden grauen Stacheln bekleidet. Griffel knopfförmig, schütter behaart, verkahlend. Blüten einzeln auf ziemlich langen (etwa so lang als der Kelchbecher) Stielen, welche mit Stieldrüsen schütter besetzt sind. Kelchbecher länglich-walzenförmig bis birnförmig (an der Basis), dicht stieldrüsig. Kelchabschnitte reich gefiedert, Fiedern randwärts stieldrüsig, ebenso der Rücken der Kelchabschnitte reich mit fast sitzenden dunkelroten Drüsen besetzt. — V G W u. B.

154. var. *caesia* BAKER. — III Kb N.

B. Blättchen unterseits mit Drüsen (wenigstens auf den Sekundärnerven, doch meist vom Rande her auch auf der Fläche oder über die ganze Fläche ziemlich dicht verteilt auftretend). — *Tomentellae*.

I. Drüsen auf der Blättchenunterseite zahlreich (wenigstens an zahlreichen Blättchen).

① Blütenstiele ohne Stieldrüsen. Kelchzipfel am Rücken kahl.

△ Blättchen auf der ganzen Blättchenunterseite behaart: Sägezähne bewimpert (*Peropacae*).

155. var. *tomentella* LEMAN, f. *sepioides* R. KELLER (aber Griffel schwach wollig behaart und Blättchen breiter). — IV H.

156. — — f. *granensis* J. B. KELLER. — IV H.

157. var. ***Podpérae*** m.\*

Zahnung zusammengesetzt; Blättchen mittelgroß, breiteiformig, kurz zugespitzt, scharf doppelt gesägt (ähnlich *R. rubiginosa*), unterseits mit zahlreichen Subfoliadrüsen über die ganze Fläche. Blütenstiele drüsensonlos, lang bis überlang (2- bis 2,5 mal so lang als die Kelchbecher). Griffelköpfchen wollig. Kelchblättchen sehr reich gefiedert mit breiten Fiedern.

\* Zu Ehren des Herrn Univ.-Prof. Dr. JOSEF PODPĚRA an der Masaryk-Universität in Brünn, Mähren.

Kräftiger Strauch mit den typischen, an der Basis verbreiterten kurz-hakigen Stacheln. Früchte eikugelig. — V Varna B N.

△ △ Blättchen unterseits nur am Mittelnerv zerstreut behaart (oder im Alter völlig verkahlend!). — *Decalvatae*.

158. var. *tomentella* LEMAN, f. *Beatrixis* R. KELLER. — I K u. H.

159. — — f. *tectiglanda* J. B. KELLER. — IV H.

2. Blättchen unterseits zum Teil sehr spärlich drüsig oder überhaupt ohne Drüsen (die oberen), zum Teil ziemlich reichlich über die ganze Fläche der Unterseite mit geruchlosen Drüsen bedeckt (die unteren, am gleichen Blütenzweige!). Blütenstiele kurz.

160. var. *tomentella* LEMAN, f. *subnuda* m. — V G H u. W. Verwandt mit f. *typica* CHRIST (oben!), welche aber unterseits überhaupt sehr armdrüsig ist.

3. Blättchen unterseits nur am Mittelnerv und den Sekundärnerven, seltener auch dazwischen mit Drüsen ausgestattet.

161. var. *pseudotomentella* m.

Verbindet *R. glauca* VILL. mit *R. dumetorum* und *R. rubiginosa*.

Sofort kenntlich an der auch noch an den getrockneten Exemplaren feststellbaren bläulichen Bereifung der breiten rot überlaufenen Hochblätter, an den nach dem Verblühen sich aufrichtenden Kelchzipfeln mit relativ breiten Fiedern (wie *R. tomentella*).

Kräftiger, hoher Strauch mit kurzen, dadurch gehäuften bläulich bereiften Blütenästchen, derb und einheitlich bestachelt. Blättchen mittelgroß (16 bis 20 mm lang), am Rande feinst doppelt drüsenzähnig (wie *R. rubiginosa*), oberseits kahl, unterseits zerstreut drüsig (besonders Sekundärnerven), meist nur am Mittelnerv behaart (*Decalvatae*), im Umriß breiteiförmig mit abgerundetem Grunde, kurz zugespitzt. Blattstiele rundum fast filzig-behaart, drüsreich, mit feinen gelblichen Stachelchen. Nebenblättchen an den unteren Blättern verhältnismäßig schmal (2 bis 3 mm), Öhrchen in eine feine Spitze ausgezogen, weit abstehend, rot überlaufen, kahl, am Rande drüsig gewimpert, die anderen breit bis sehr breit. Blüten meist einzeln, kurz gestielt, von den großen, blutrot überlaufenen und bereiften Hochblättern fast ganz eingehüllt (wie bei *R. glauca*). Blütenstiele ohne Drüsen, kräftig, kahl. Kelchbecher kugelig-eiförmig bis kugelig. Kelchzipfel sich nach dem Verblühen aufrichtend, am Rücken drüsengleich, kahl: Fiedern ziemlich breit, einfach, schwach drüsig berandet. — I St.

162. var. *nitidula* BESSER. — I St.

#### Literatur

<sup>1</sup> Ascherson P. und Graebner P., Synopsis der mitteleurop. Flora, Bd. VI, 1 (Leipzig 1901—1905).

<sup>2</sup> Beck G. v., Flora von Niederösterreich (Wien 1892), S. 768ff.

- <sup>2a</sup> DERSELBE, Flora Bosnae, Hercegovinae et regionis Novipazar III (Belgrad—Sarajevo 1927), S. 80ff.
- <sup>3</sup> Borbás V., Prim. mon. Ros. Hung., in Math. term. közlem., XVI (1879), edit. 1880.
- <sup>4</sup> Braun H., Beiträge zur Kenntnis der Gattung *Rosa*, Abh. zool. bot. Gesellsch. Wien, 1885, S. 61.
- <sup>4a</sup> DERSELBE, Bosn. Rosen in BECK, Fl. Südbosn., in Ann. naturhist. Hofmuseum Wien, 1887/II, S. 97.
- <sup>5</sup> Formánek E., Květena Moravy a rakouského Slezka (Brünn 1887 u. 1892).
- <sup>6</sup> Haláez E. und Braun H., Nachträge zur Flora Niederösterreichs (Wien 1882).
- <sup>7</sup> Jávorka S., Magyar Flóra (Flora Hungarica), (Budapest 1924), S. 538ff.
- <sup>8</sup> Keller R., Beitrag zur Kenntnis bosnischer Rosen I, in ENGLERS Bot. Jahrb., XV (1893), 493; II, ebenda, Jahrg. XXI (1896), Beibl. Nr. 53, 28.
- <sup>9</sup> Maly K., Bosnische Rosen, in Verh. zool.-bot. Ges., LIV (1904), 200.
- <sup>10</sup> Oborny A., Flora Mährens und Schlesiens (Brünn 1885).
- <sup>11</sup> Sabransky H., Rosae ditionis Posoniensis. Magyar Növényt. lapok (Budapest), 1886—1887, S. 293.
- <sup>11a</sup> DERSELBE, Neue Kärntner Rosen, Erd. Lap. (Budapest 1884), 1131—1132.
- <sup>12</sup> Sehalow E., Eine bisher verkannte Rose der schlesischen Flora, 101. Jahresbericht der Schles. Gesellschaft f. vaterl. Kultur (Breslau 1928).
- <sup>13</sup> Stojanov N. und Stefanov B., Flora Bulgariens (Sofia 1903; bulgarisch).
- <sup>14</sup> Trattinick L., Rosacearum Monographia, I—IV (1823—1824).
- <sup>15</sup> Urumoff Iv. K., Beiträge zur Flora von Bulgarien, Magy. Bot. Lap. (Budapest), 1913, 216.
- <sup>16</sup> Velenovský J., Flora Bulgarica (Prag 1891), 177ff., u. hiezu Suppl. (Prag 1898), 106.
- <sup>17</sup> Wiesbaur J., Die Rosenflora von Travnik, in Österr. Botan. Zeitschr., XXXIII (1883), S. 345 u. 393.
- <sup>18</sup> Wildt A., Die in der Umgebung von Brünn wildwachsenden Rosen. Verhandl. naturf. Verein Brünn, LVII. Bd. (1920), sowie kleinere Notizen desselben.
- <sup>19</sup> Über Aufspaltung von Merkmalen der Bastarde, die ja auch bei unseren Wildrosen eine große Rolle spielen, sowie über Variabilität von Merkmalen, veröffentlichte jüngst J. APPL (Brünn) in „Preslia“, Vol. VI, 1928: Über einen Bastard von *Origanum majorana* ♀ und *Origanum vulgare* ♂ und dessen Aufspaltung in der F<sub>2</sub>-Generation, sowie in „Genetica“, XI, 1929: Weitere Mitteilungen über die Aufspaltung eines Bastardes zwischen *Origanum majorana* ♀ und *Origanum vulgare* ♂ in der F<sub>2</sub>- und F<sub>3</sub>-Generation; beide Arbeiten habe ich bei Beurteilung vorstehender Wildrosen vorzüglich auswerten können.

## Berichtigung zu Br. Schüssnig:

### Der Generations- und Phasenwechsel bei den Chlorophyceen

(Ein historischer Rückblick)

Von

**Max Hartmann** (Berlin-Dahlem)

SCHÜSSNIG hat unter dem obigen Titel in dieser Zeitschrift eingehend zu den Mitteilungen von FÖYN und mir (1929) über die Sexualität und den Generationswechsel von *Cladophora* und *Chaetomorpha* Stellung genommen und sucht nachzuweisen, daß er bereits den sicheren Nachweis für einen antithetischen Generationswechsel von *Cladophora* erbracht habe. Zu diesem Zwecke teilt er auch eine Stelle aus einem Briefe von mir mit. Da diese Briefstelle unvollständig ist und sie dem Leser einen wesentlich falschen Eindruck von meiner Auffassung und meiner Stellungnahme erwecken kann, einen Eindruck, den SCHÜSSNIG auch selber daraus ableitet, so möchte ich diese Briefstelle durch einige weitere ergänzen und zwar nicht nur Briefstellen von mir, sondern auch solche von Herrn SCHÜSSNIG.

Am 25. Juni 1928 schrieb SCHÜSSNIG mir aus Neapel folgendes: „Ich bin seit Februar an der zoologischen Station in Neapel, wo mich der Zufall auf die Siphoneen verschlug. Ich habe bei vier *Cladophora*-Arten des Golfs die Reduktionsteilung in den Mutterzellen der Schwärmer nachgewiesen und bei einer davon auch das X-Chromosom festgestellt. Den weiteren Verlauf des Entwicklungszyklus festzustellen, erwarte ich mir von den Kulturen, die ich zu diesem Zwecke aufstellte. Außer *Cladophora* verfolge ich auch *Dasycladus*, *Derbesia*, *Bryopsis* und *Acetabularia*, bei denen allen ganz ähnliche Verhältnisse zu herrschen scheinen.“

Nach seiner vorangegangenen Mitteilung über *Cladophora glomerata* (1928a) und seinem Hinweis auf *Dasycladus*, *Bryopsis* und *Acetabularia*, bei denen bekanntlich keine Zoosporen, sondern nur Gameten gebildet werden, konnte man aus dieser Briefstelle wohl nur herauslesen, daß mit „den Mutterzellen der Schwärmer“ die Gametangien und mit den Schwärfern die Gameten gemeint wären. Daher schrieb ich ihm am 10. Juli unter anderem die von ihm zitierten Sätze: „Mein Mitarbeiter, Herr Dr. FÖYN, hat während unseres dreimonatlichen Aufenthaltes in Teneriffa eine *Cladophora*-

Art experimentell und cytologisch untersucht und ist dabei zu wesentlich anderer Auffassung gelangt. Es besteht bei dieser Art eine strenge Getrenntgeschlechtigkeit, vermutlich genotypisch. Auch kommen Gameten- und Zoosporenbildung nie auf einer Pflanze vor. Cytologisch sprechen alle Bilder, die Herr FÖYN bisher erhalten hat, dafür, daß Reduktion bei der Zygotenkeimung stattfindet. Es finden sich dort sehr deutliche Geminibildungen, die meiner Meinung nach vielmehr den Eindruck von Reduktionsvorgängen erwecken als die von Ihnen gegebenen Bilder.“ Ich fügte aber weiter noch hinzu: „Eine endgültige Entscheidung kann natürlich erst durch eine völlig lückenlose Untersuchung, etwa in der Art, wie sie BĚLAŘ für *Actinophrys* liefert hat, herbeigeführt werden. Ich selbst habe eine *Chaetomorpha*-Art experimentell untersucht und auch dort strenge Getrenntgeschlechtlichkeit gefunden. Falls sich auch Ihrerseits die Sexualität als genotypisch erweist, wäre natürlich eine Reduktion bei der Gametenbildung ausgeschlossen. Da wir alle Formen in Kultur haben, hoffen wir in absehbarer Zeit, diese Fragen endgültig entscheiden zu können.“

In einem Briefe vom 15. Juli 1928 aus Neapel erhielt ich von SCHUSSNIG folgende Antwort: „Ihre Mitteilungen über *Cladophora* und *Chaetomorpha* sind mir sehr wertvoll. Daß Sie bei beiden Gattungen eine strenge Getrenntgeschlechtlichkeit gefunden haben, kommt mir nach meinen Untersuchungen durchaus nicht unerwartet. Wenn Sie aber auf Grund dieser Erscheinung den Schluß ziehen, daß die Reduktionsteilung in der Zygote erfolgt, so kann ich mich damit nicht ganz einverstanden erklären, denn ich habe bisher bei vier Arten der Gattung *Cladophora* einwandfrei die Reduktionsteilung vor der Schwärmerbildung gefunden. Da sich diese Schwärmer zu einer haploiden Generation entwickeln, so scheinen sie in Teneriffa eben diese haploide Generation vor sich gehabt zu haben, die natürlich diözisch sein muß, um so mehr, als ich bei einer der von mir untersuchten *Cladophora*-Arten ein Geschlechtschromosom gefunden habe. Auch meine experimentellen Versuche sprechen ganz eindeutig für diesen Verlauf und meine Kulturen wachsen ganz schön weiter, sodaß ich bis zum Herbst voraussichtlich in der Lage sein werde, den geschlossenen Entwicklungszyklus von *Cladophora* bekannt zu geben. Sollte aber doch eine Reduktion in den Zygoten vorkommen, wie Sie aus den Befunden des Herrn Dr. FÖYN zu entnehmen glauben, so wäre dies ganz sicher ein ganz besonders interessanter Fall, weil wir dann innerhalb derselben Gattung den Übergang von der Haploidie zur Diploidie hätten. Es würde mich daher sehr freuen, wenn Ihnen dieser Beweis gelingen sollte, denn es wäre eine wertvolle Ergänzung zu meinen Befunden.“

Darauf antwortete ich ihm am 30. Juli folgendes: „Ihre Mitteilungen über Ihre Untersuchungen bei *Cladophora* haben mich sehr in-

teressiert. Ich will die Möglichkeit einer Reduktion bei der Zoosporenbildung durchaus nicht bestreiten, doch muß sie, wie schon gesagt, mit aller Exaktheit erst bewiesen werden, was bisher nicht der Fall ist. Auch die Untersuchungen von Herrn FÖYN genügen, wie ich Ihnen ja schon mitteilte, noch nicht vollkommen, um die Reduktion in der Zygote zu beweisen. Dem Vorkommen von Geschlechtschromosomen stehe ich allerdings, offen gesagt, sehr skeptisch gegenüber."

Inzwischen hatte Herr SCHUSSNIG am 20. Juli 1928 eine Mitteilung an die Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft eingeschickt, in der er mitteilte, daß „die Reduktionsteilung tatsächlich wie bei *Cladophora glomerata* in den sporogenen Zellen und nicht in den Zygoten vor sich geht“. Er schrieb in dieser Mitteilung: „Aus diesen durchaus empirisch gewonnenen Tatsachen“ — nämlich, daß die haploiden Schwärmer Keimlinge liefern. — „geht zunächst eines mit Sicherheit hervor, daß es sich im Falle unserer Schwärmer nicht um parthenogenetische Gameten handeln kann. Es bleibt daher nur die eine Annahme übrig, daß die soeben beschriebenen Keimlinge Gametophyten darstellen.“ Wieso SCHUSSNIG hiermit bewiesen haben will, daß seine Schwärmer nicht parthenogenetische Gameten seien, ist völlig unverständlich; gab er doch 1929 auf der Vererbungsversammlung in Tübingen zu, daß er niemals Kopulation von Gameten beobachtet habe und gab er doch ferner an, daß seine Zoosporen zwei Geißeln hätten, was nach den Untersuchungen von FÖYN nur für Gameten, nicht für Zoosporen (sie sind stets viergeißig) zutrifft. Durch die Untersuchungen von FÖYN war auch erwiesen, daß parthenogenetische Gameten Keimlinge geben können. Wenn SCHUSSNIG ferner aus meinen Briefen folgerte, daß ich aus der Tatsache, daß bei *Cladophora* und *Chactomorpha* Getrenntgeschlechtlichkeit nachgewiesen werden konnte, den Schluß gezogen hätte, „daß die Reduktionsteilung in der Zygote erfolgen muß“, so zeigen gerade die hier nun vollständig wiedergegebenen brieflichen Mitteilungen, daß ich diesen Schluß nicht gezogen habe. Ich habe daraus nur mit vollem Recht den Schluß gezogen, daß dann „eine Reduktion bei der Gametenbildung ausgeschlossen wäre“, wie das SCHUSSNIG für *C. glomerata* angegeben hatte und was ich nach seiner oben zitierten Briefstelle zunächst auch für SCHUSSNIGS Meinung hinsichtlich der Neapler *Cladophora*-Arten halten mußte. Ferner habe ich, wie das auch in unserer Mitteilung vom Jahre 1929 hervorgehoben ist, so lange die cytologischen Bilder nicht einwandfrei waren, die Möglichkeit in Betracht gezogen, daß die Zoosporen pflanzen Haplomiktonten seien.

Dies zur Berichtigung und Ergänzung der von Herrn SCHUSSNIG mitgeteilten Briefstelle. Weiter auf die Polemik von SCHUSSNIG einzugehen, halte ich für überflüssig unter Hinweis auf die in der Mitteilung von 1929 von mir gegebene Darstellung. Die Auffassung, die ich dort

vertreten habe, halte ich auch nach dem von Herrn SCHUSSNIG gegebenen „historischen Rückblick“ über den Generations- und Phasenwechsel bei den Chlorophyceen vollkommen aufrecht. Ich wiederhole hier nur nochmals die Schlußsätze derselben: „Trotz dieses Widerspruchs“ — gemeint ist die irrtümliche Angabe von SCHUSSNIG, daß die Zoosporen nur zwei Geißeln besäßen, die vermutlich daher röhrt, daß SCHUSSNIG keine Einzelpflanzen isoliert hat — „in unseren Befunden, der noch einer weiteren Aufklärung bedarf, gebührt jedenfalls SCHUSSNIG das Verdienst, den Ort der Reduktionsteilung bei der Zoosporenbildung aufgefunden zu haben. Dagegen erscheint uns der Nachweis der Getrenntgeschlechtlichkeit von *Cladophora* nach den bisher vorliegenden Mitteilungen von SCHUSSNIG (s. oben und folgende Mitteilung von FÖYN) nicht erbracht, desgleichen fehlt in seinen bisherigen Veröffentlichungen der sichere experimentelle Nachweis des antithetischen Generationswechsels, wenn er ihn auch durch seine Auffindung der Reduktionsteilung bei der Zoosporenbildung und den Nachweis des Vorkommens diploider und haploider Pflanzen (1929) sehr wahrscheinlich gemacht hat.“

#### Literatur

**Föyn B.**, Untersuchungen über die Sexualität und Entwicklung von Algen. III. Vorläufige Mitteilung über die Sexualität und den Generationswechsel von *Cladophora* und *Ulva*. Ber. d. Dtsch. Bot. Ges., **47**, 1929.

**Hartmann M.**, Untersuchungen über die Sexualität und Entwicklung von Algen. III. Über die Sexualität und den Generationswechsel von *Chaetomorpha* und *Enteromorpha*, ebenda.

**Schüssnig B.**, Die Reduktionsteilung bei *Cladophora glomerata*. Österr. Bot. Zeitschr., **77**, 1928 a.

DERSELBE, Zur Entwicklungsgeschichte der Siphoneen. Ber. d. Dtsch. Bot. Ges., **46**, 1928 b.

DERSELBE, Zur Entwicklungsgeschichte der Siphoneen. II. Mitteilung. Ebenda, **47**, 1929.

# Der Chromosomencyclus von *Cladophora Suhriana*

Von

Bruno Schüssnig (Wien)

(Mit 4 Textabbildungen)

Meine Mitteilung über die Reduktionsteilung bei *Cladophora Suhriana* im Oktober 1928 (Ber. d. D. Bot. Ges., Bd. 46, H. 7) gründete sich auf die ersten Beobachtungen dieses Vorganges, die ich noch während meines Aufenthaltes an der Zoologischen Station in Neapel angestellt hatte. Es handelte sich mir damals in erster Linie darum, an einem genauer untersuchten Objekte die Richtigkeit meiner Angabe über *Cladophora glomerata* (s. diese Zeitschrift, Jg. 77, 1928, H. 1) zu erweisen: außerdem wollte ich das Vorkommen eines Heterochromosomes während der heterotypen Teilung der Sporangienkerne von *Cladophora Suhriana* zur Kenntnis bringen. Dieser letztere Befund wurde von HARTMANN<sup>2, 3</sup> und von FÖYN<sup>1</sup> bestritten, mit der Begründung, daß bei dem von letzterem untersuchten Objekt, nämlich *Cladophora pellucida*, ein Heterochromosom nicht nachweisbar war. HARTMANN sprach auch die Meinung aus, daß eine Verwechslung mit dem Nucleolus bei meinen Beobachtungen vorliegen könne, eine Vermutung, die ich schon in meinem Aufsatze über den Generationswechsel der Grünalgen (s. diese Zeitschrift, Jg. 79, 1930, H. 1)<sup>5</sup> widerlegt habe. Allerdings lag die Vermutung HARTMANNS insofern nahe, als meine erste Darstellung der Lokalisierung des Heterochromosoms während der heterotypen Kernteilung (a. a. O.) nicht ganz korrekt gewesen ist. Damals lagen mir bloß Eisenhämatoxylinpräparate vor, in denen eine scharfe Differenzierung zwischen Nucleolus und Chromatinsubstanz nicht ohneweiters durchführbar ist. Erst die Anwendung von Carmin-Färbungen gestatteten mir, eine selektive Färbung der in Frage stehenden Strukturen vorzunehmen. Außerdem war es notwendig, den vollständigen Chromosomencyclus sowohl im Sporo- als auch in den Gametophyten zu verfolgen, um festzustellen, ob das von mir als Heterochromosom angesprochene Gebilde sich auch in den somatischen Mitosen der Diplo- und Haplophase vorfindet. Diesen letzteren Nachweis habe ich in der letzten Zeit erbracht und wenn ich von einer definitiven Veröffentlichung meiner Resultate noch Abstand nehme, so hat das seinen Grund lediglich in dem Umstande, daß in Details noch einige Lücken auszufüllen

sind. Das Gerippe ist fertig und ich will dies in dieser vorläufigen kurzen Mitteilung bekanntgeben.

Zunächst sei mir noch eine persönliche Anmerkung gestattet. Als ich im Frühjahr 1928 an der Zoologischen Station in Neapel die genauere Untersuchung der karyologischen Verhältnisse bei der Gattung *Cladophora* in Angriff nahm, so war mein einziger leitender Gedanke der, die Richtigkeit meiner an *Cladophora glomerata* im November 1927 gewonnenen Resultate zu überprüfen. An die Möglichkeit von der Existenz eines X-Chromosomes dachte ich damals ganz und gar nicht. Ich stand daher dem Objekte vollständig unvoreingenommen gegenüber und wenn ich in meiner ersten Mitteilung das Vorhandensein eines Heterochromosoms „behauptete“, so tat ich es erst nach sorgfältigster Untersuchung der mir vorliegenden Mitosen, oder mit anderen Worten, unter dem Zwange der

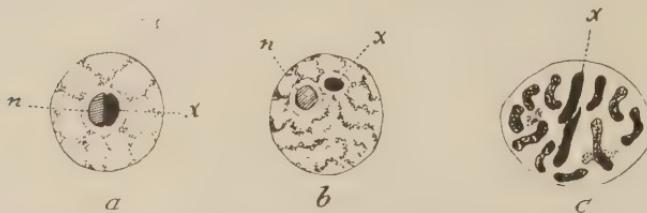


Abb. 1. *Cladophora Suhriana*. Vegetative Kerne des Diplonten. *a* Ruhekerne, *b* Prophase (Spiremstadium), *c* Metaphase. *x* das Heterochromosom, *n* der Nucleolus.

empirisch ermittelten „Tatsachen“. Daß ich mich dabei nicht geirrt habe, mögen die folgenden Zeilen erweisen.

An Hand der beigegebenen, leicht schematisierten Abbildungen will ich nun das Verhalten von Auto- und Heterochromosomen kurz illustrieren. In Abb. 1*a* bis *c* sind drei Phasen der somatischen Kerne in den vegetativen Zellen des Sporophyten dargestellt. Die Ruhekerne, von denen ich im Laufe von zwei Jahren mehrere tausende beobachtet habe, zeigen bei allen angewandten Fixierungsmitteln ein sehr zartes, lockeres Netzwerk. Ungefähr in der Mitte liegt ein mit Eisenhämatoxylin sich dunkel färbender Binnenkörper, der zunächst als Nucleolus imponiert. Das stimmt auch zum Teil, doch erweist sich dieser Binnenkörper als ein Gebilde, welches aus der Nukleolarsubstanz und dem Heterochromatin zusammengefügt erscheint. Dieser Zustand der Vereinigung beider Substanzen ist in der Regel in jenen somatischen Kernen anzutreffen, die sich in absoluter Ruhe befinden, was in den basalwärts gelegenen Zellen des reichverzweigten Thallus stets der Fall ist. Diese Kerne sind im Verhältnis zur Zellgröße außerordentlich klein, dafür ist ihre Zahl innerhalb einer derartigen Zelle verhältnismäßig größer als in den apikalen Zellgliedern. Diese auffallende

Kleinheit der ruhenden Kerne mache ich auch für das enge Aneinanderlegen von Nucleolar- und Heterochromatinsubstanz verantwortlich; es dürfte sich wohl um eine rein molekulare, also physikalische Bedingtheit handeln. Ich will damit sagen, daß die Lokalisierung des Heterochromatins am Nucleolus nicht im Sinne einer Konstitutionseigenheit aufzufassen ist, sondern diese enge Vereinigung kolloidchemisch bedingt ist. Dafür sprechen zwei Umstände. Erstens kann man immer wieder beobachten, daß in größeren Kernen der mehr gegen den Rand des Thallusbüschels gelegenen Zellen zwei „Binnenkörper“ auftreten, wovon der eine der Nucleolus und der andere das stets morphologisch individualisierte Heterochromosom ist. Zweitens kann man in der Prophase, etwa zur Zeit der Spirembildung, verfolgen, daß sich das Heterochromosom vom Nucleolus loslässt (vgl. Abb. 1b). Während der Nucleolus der Auflösung anheimfällt, bleibt das Heterochromosom erhalten und macht schon vor der Metaphase eine Längsspaltung durch. In Abb. 1c ist eine solche Metaphase abgebildet, in der man deutlich sieht, wie die 12 ( $= 2n$ ) Chromosomen noch ungeteilt im Kernraum verteilt liegen, während das Heterochromosom nicht nur die Längsspaltung schon durchgemacht hat, sondern auch die beiden Spalthälften in der Richtung der zukünftigen Spindel auseinandergleiten. Das Vorausseilen der Spaltung des Heterochromosoms wurde auch von HEITZ<sup>1</sup> bei Moosen festgestellt und scheint daher für dieses Gebilde ein besonderes Charakteristikum zu sein.

In den generativen Kernen des Sporophyten (womit ich die Kerne der fertilen Zellen, die sich in Sporangien umwandeln, bezeichnen will) liegt das stets wohlindividualisierte Heterochromosom als stark tingierbares rundliches Körperchen im Kernraum. Die Lage desselben ist keineswegs streng lokalisiert und so kann es auch vorkommen, daß es in unmittelbarer Nähe des Nucleolus zu liegen kommt. Da diese topographische Koinzidenz bloß zufällig ist, so habe ich in der Abb. 2a jenen Normalfall gewählt, wo die deutliche örtliche Trennung von Nucleolus und Heterochromosom zutage tritt. Dieselben topographischen Verhältnisse gelten auch noch zur Zeit der Synapsis, in der die Chromosonenschleifen auf den Nucleolus (und nicht auf das X-Chromosom, wie ich ursprünglich glaubte) zentriert sind, während das Heterochromosom irgendwo im Kernraum, nicht selten auch in unmittelbarer Nähe des Nucleolus, gelagert erscheint. Zur Zeit der Metaphase ist der Nucleolus nicht mehr vorhanden. Auch bei der heterotypischen Prophase eilt die Längsspaltung des Heterochromosoms derjenigen der Autosomen voraus, wie dies aus Abb. 2b und c deutlich zu entnehmen ist. Die zwei Spalthälften bleiben auch in der Anaphase (Abb. 2d) unverändert, ja sie gehen in diesem Zustand auch noch in die beiden Telophasekerne nach dem ersten Teilungsschritt über (Abb. 2e). Erst bei der homoiotypischen Teilung wandern die zwei Spalthälften des

Heterochromosoms auseinander (Abb. 2g). Das gilt natürlich nur von der Teilung des heterochromosomführenden Dyadenkerns. Der andere macht den Teilungsschritt normal durch (Abb. 2f). Somit zählt man in der einen Spindel (Abb. 2f) je 6 Chromosomen, in der anderen (Abb. 2g) je  $6+x$ .

Entsprechend diesem Mechanismus des Heterochromosoms lassen sich in den haploiden Kernen der Gametophyten strukturelle Verschiedenheiten nachweisen. Ich konnte diese Verschiedenheiten in zahllosen Fällen in den Kernen der jungen Zoosporenkeimlinge nachweisen, in denen



Abb. 2. *Cladophora Suhriana*. Allotypische Teilung der generativen Kerne in den Sporangialzellen. *a* Ruhekern, *b* Synapsis, *c* Metakinesis, *d* Anaphase, *e* interkinetische Kerne nach dem heterotypen Teilungsschnitt, *f* und *g* Anaphase der homoiotyphen Teilung. Bei *h* Kerne der Gametophyten. *x* das Heterochromosom. *n* der Nucleolus.

mitotische Phasen verhältnismäßig häufig sind, da die erste Kernteilung schon wenige Stunden nach dem Festsetzen erfolgt. Außerdem konnte ich natürlich die Kerne der gametophytischen Pflanzen studieren, die, bei Nacht fixiert, außerordentlich reich an Mitosen waren. Danach lässt sich folgendes feststellen. Im Kerne der Gametophyten mit der Chromosomengarnitur  $6+0$  ist stets nur der Nucleolus allein enthalten. In den Kernen der Gametophyten dagegen, die die Garnitur  $6+x$  führen, findet man immer außer dem Nucleolus das Heterochromosom in Gestalt eines rundlichen, stark färbbaren Kernes. Also auch in diesen Gametophyten

bleibt das Heterochromosom, genau so wie in den somatischen Kernen des Diplonten, auch während der Interkinese individualisiert erhalten. Daß es sich wirklich um das Heterochromosom handelt, zeigt dessen Verhalten während der Mitose. In Abb. 3a und b sind die Anaphasen der beiden Gametophyten dargestellt. Man sieht, ohne viel Kommentar, daß in a bloß 6 Autosomen vorhanden sind, während in b neben den 6 Autosomen auch noch das Heterochromosom an die beiden Pole wandert. Auch bei diesen Kernen des Heterochromosom-führenden Gametophyten zeigt es sich, daß die Längsspaltung des Heterochromosoms schon in sehr früher Prophase erfolgt, bevor noch die Autosomen herausdifferenziert sind.

Kopulationen konnte ich im Jahr 1928 an dieser Art nicht beobachten und daher bin ich nicht in der Lage, etwas über den Chromosomensatz der jungen auskeimenden Zygoten auszusagen. Da aber durch HARTMANN und FÖYN für *Cladophora* und *Chaetomorpha* Getrenntgeschlechtigkeit der Gametophyten experimentell nachgewiesen wurde, so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß der Chromosomensatz des Diplonten von *Cladophora Suhriana* aus der Vereinigung eines Gameten des  $6 + 0$  mit einem solchen des  $6 + x$  Gametophyten hervorgeht. Nur so ist das Idiogramm für die Diplophase, welches in Abb. 4 dargestellt ist, zu verstehen. Unter Berücksichtigung der Diözie der Gametophyten wird man das Heterochromosom ohneweiters mit der Verteilung der Geschlechter in Verbindung bringen dürfen. Da die cytologischen Befunde mit dem Sexualitätsexperiment weitgehend übereinstimmen, so wird man nicht weit fehl gehen, im Falle von *Cladophora Suhriana* von einem Geschlechtschromosom zu sprechen. Die Eigenart dieses Vorkommens liegt darin, daß das Schema der Heterochromosomenverteilung bei *Cladophora Suhriana* mit dem des Männchens des *Protenor*-Typus übereinstimmt. Auf die theoretische Bedeutung dieses Befundes werde ich noch in meiner Bearbeitung der Gattung *Cladophora* zurückkommen.

Wien, im April 1930.

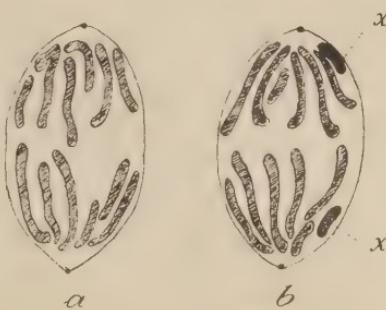


Abb. 3. *Cladophora Suhriana*. Anaphasen der somatischen Kerne der Gametophyten: a Typus  $n + 0$ , b Typus  $n + x$ . Bei x das Heterochromosom.

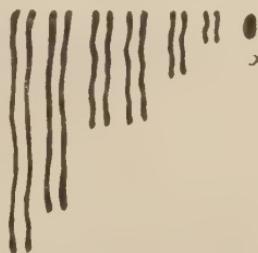


Abb. 4. *Cladophora Suhriana*. Idiogramm des Diplonten. Bei x das Heterochromosom.

**Literatur**

- <sup>1</sup> Föyn B., Untersuchungen über die Sexualität und Entwicklung von Algen. IV. Vorläufige Mitteilung über die Sexualität und den Generationswechsel von *Cladophora* und *Ulva*. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., 47, 1929.
- <sup>2</sup> Hartmann M., Dasselbe, III. Über die Sexualität und den Generationswechsel von *Chaetomorpha* und *Enteromorpha*. Ebenda.
- <sup>3</sup> Hartmann M., Die Sexualität der Protisten und Thallophyten und ihre Bedeutung für eine allgemeine Sexualitätstheorie, Zeitschr. f. ind. Abstammungs- u. Vererbungslehre, 54, 1930.
- <sup>4</sup> Heitz E., Das Heterochromatin der Moose, I. Jahrb. f. wiss. Botan., 69, 1928.
- <sup>5</sup> Schüssnig B., Der Generations- und Phasenwechsel bei den Chlorophyceen. Österr. Bot. Zeitschrift, 79, 1930. (Hier auch die vollständige Literatur über den hier behandelten Stoff).

## *Catastoma juglandiforme,* ein afrikanischer Gastromycet

Von

**Heinrich Lohwag** (Wien)

(Mit 6 Textabbildungen)

F. und R. WETTSTEIN brachten von ihrer Afrikareise einen Pilz mit, den sie bei Port Elisabeth auf sandigem Boden gefunden hatten. Er ist von rundlicher Form, hat eine glatte, dunkelbraune Haut (Endoperidie), welche stellenweise einen matten Belag (Reste der Exoperidie) besitzt. Besonders auf der Basalseite ist diese Bekleidung deutlich. Im Durchschnitt erweist sich der Pilz als eine Lycoperdine mit grünlicher Gleba und ohne sterile Basalpartie. Die mikroskopische Untersuchung zeigt auffallend große, kugelige Sporen (12 bis  $16\mu$ ), die sehr lang geschwänzt sind. Am Ende des Schwänzchens fällt ein kleines Scheibchen auf. Da es sich bei den Stielchen um die Sterignien der Basidiosporen handelt, so sind die Scheibchen ein Stück der Basidie selbst. Von vielen Basidiomyceten (auch Uredineen) ist bekannt, daß sie ihre Sporen nach Abscheidung eines Flüssigkeitstropfens kräftig abschießen. Dies muß sich hier und bei allen geschwänzten Pilzen anders verhalten: wenn bei unserem Pilz nicht ein Abbrechen, sondern ebenfalls ein Abschießen stattfinden sollte, so müßte die Basidie selbst explodieren, auf deren Turgor jedenfalls die Abscheidung des Flüssigkeitstropfens und das Abschießen in den bekannten Fällen zurückzuführen ist.

Die Sporen sind dunkelbraun und erscheinen in der Aufsicht warzig, in der Schnittebene jedoch nur sehr schwach skulpturiert. Die Sterigmen sind rötlich. Die Capillitiumfasern sind bräunlichgelb, kurzwellig verbogen und gleich dick, zirka  $3\mu$ . (Dünnerne Hyphen sind nur ganz vereinzelt in der Nähe der Peridie zu finden.)

Bei den drei auffallenden Merkmalen — große Sporen, sehr lange Stielchen, am Ende mit Tellerchen — konnte ich hoffen, aus den Diagnosen den Pilz zu bestimmen. Das Studium der Gattung *Bovista* in MASSEE (1888) ließ mir einen Pilz ähnlich erscheinen: *Bovista juglandiformis* BERK. Doch werden die Stielchen der Sporen von MASSEE mit 60 bis  $70\mu$  angegeben, was fast die doppelte Länge der von mir gemessenen ist, und von dem Tellerchen wird nichts erwähnt. Weil unser Pilz aus Afrika stammt, von wo HENNINGS viele Pilze beschrieb, zog ich

dessen Schriften zu Rate. In *Fungi nonnulli novi ex regionibus variis* (1902) fiel mir die Beschreibung von *Disciseda Hollósiana* als sehr ähnlich auf, nur daß die Länge der Sporenstielchen mit höchstens  $30\ \mu$  angegeben wird und auch hier nichts von den auffallenden Tellerchen erwähnt wird. Ich erbat nun aus Berlin u. a. *Disciseda Hollósiana* und aus Kew *Bovista juglandiformis*.

In der Kapsel aus Berlin liegt ein halbes Exemplar des Pilzes mit Notizen zur Beschreibung, auf der Kapsel steht „*Disciseda aesculoides* P. HENN., aus der alten Museums-Collection. Mexico? C. EHRENBURG?“; unter der Kapsel ist die Beschreibung der *Disciseda Hollósiana* aus der Hedwigia aufgeklebt. Darunter steht mit Bleistift auf dem Spannbogen geschrieben:

= „*Bovista*“ *juglandaeformis* MASS. C. G. L. spores are conidial. Very strange.

Daraus geht hervor, daß P. HENNINGS dem Pilz zuerst den Artnamen *aesculoides* beigelegt hatte, was treffender wäre, daß ferner C. G. LLOYD bereits erkannt hat, daß dieser Pilz mit *Bovista juglandiformis* identisch ist. Seine englischen Notizen sind mir nicht klar. Da der Fundort unsicher ist, kann der Pilz ganz gut auch in Afrika gefunden worden sein.

Auch bei diesem Pilz sind an den Stielchen die auffallenden Tellerchen zu sehen, was HENNINGS übersehen hat. Auch in den anderen Merkmalen stimmen das Berliner und unser Exemplar überein: Sporengroße, -farbe und -skulptur, Länge des Stielchens, Capillitiumfasern. Letztere sind bei beiden gleich dick und wellig gebogen. Auffällig ist das Zerbrechen des Capillitiums in beiläufig gleichlange Stücke.

Ich will zum Vergleich 14 willkürlich vorgenommene Messungen, die sich auf die Länge der Sporenstielchen beziehen, angeben: Beim Berliner Exemplar ergaben diese in  $\mu$ : 26,6, 26,6, 30,4, 30,4, 34,2, 34,2, 34,2, 36,1, 36,1, 38, 38, 40, 41,8, also rund 27 bis  $42\ \mu$ . Unter diesen 14 gemessenen Stielchen sind 12 über  $30\ \mu$  lang, während es in der Diagnose heißt: bis  $30\ \mu$  lang.

Bei unserem Exemplar ergaben die 14 Messungen: 26,6, 26,6, 30,4, 30,4, 30,4, 34,2, 38, 38, 39, 41,8, 41,8, 43,7, 45, also 12 über  $30\ \mu$ , eine ergab  $45\ \mu$ . Es ist zweifellos, daß man bei längerem Suchen auch beim Berliner Exemplar so lange finden möchte. Der Unterschied in den Messungen mag sich zum Teil daraus erklären, daß ich nur Stielchen maß, welche ein Tellerchen oder wenigstens eine Verdickung besaßen, da man ja in den übrigen Fällen die wahre Länge nicht kennt. HENNINGS, der die Tellerchen übersah, hat daher auch kürzere Maße bekommen, nicht etwa weil das Tellerchen so groß ist, sondern weil er unvollständige Stielchen maß. Um die Häufigkeit der stielteilerigen Sporen zu ermitteln, zählte ich einigemale die im Gesichtsfelde liegenden Sporen ab. Das Verhältnis der Gesamtzahl zu der Zahl der stielteilerigen Sporen betrug: 5 : 1, 10 : 2,

5 : 2, 5 : 3, 6 : 3, 5 : 2, wobei auch die mit etwas verdicktem Ende zu den vollständigen gerechnet wurden. Unter zusammen 36 Sporen waren 13, also mehr als ein Drittel, deren Stielchen am Ende  $\pm$  verdickt waren. Ich untersuchte daraufhin geschwänzte Sporen anderer Lycoperdineen; ein deutliches Tellerchen konnte ich, wenn auch sehr selten, bei *Bovista plumbea* und *B. nigrescens* feststellen: schwach verdickte Enden sind häufiger, doch muß ich betonen, daß die Stielenden niemals zugespitzt sind, wie sie überall irrtümlicherweise abgebildet sind, und diese vermeintliche Form dürfte auch zu der Bezeichnung Schwänzchen geführt haben. Da es sich um Sterigmen handelt, ist ein stumpfes Ende begreiflich. Der Irrtum ist durch falsche Einstellung erklärlich, da die Stielchen meist zur Ebene des Gesichtsfeldes geneigt liegen.

Was die Länge der Capillitiumbruchstücke anlangt, so nahm ich Messungen vor, wobei ich erstens nur die gerade Verbindungsstrecke zwischen den Endpunkten der wellig-gekrümmten Capillitiumstücke messen konnte und zweitens ganz kleine Stücke nicht in Betracht zog, da sie natürlich Bruchstücke der häufigen sind.

Beim Berliner Exemplar waren folgende abgerundete Maße in  $\mu$  zu finden: 38, 49, 49, 60, 68, 68, 68, 72, 76, 79, 87, 106, 133; bei unserem: 38, 49, 57, 65, 68, 72, 72, 79, 79, 87, 140. Bei weitem am häufigsten sind bei beiden Pilzen die Bruchstücke zwischen 60 und 90  $\mu$ , was also eine auffällige Gleichheit darstellt. Querwände in den Capillitiumstücken sind nur sehr selten und dann nur undeutlich zu sehen.

Die Gleichartigkeit der mikroskopischen Belange soll durch die Abb. 1 und 2 deutlich gezeigt werden, welche mein Freund, Dozent CAMMERLOHER, mit der CERNY-Kamera der Firma Reichert aufgenommen hat. Die langen, unten mit Tellerchen versehenen Sporenstiele sowie die Form, Länge und Dicke der Capillitiumbruchstücke stimmen in beiden Bildern überein.

Was die oben schon erwähnte Skulptur der Spore anlangt, so konnte ich bei stärkerer Vergrößerung keine Warzen erkennen; vielmehr handelt



Abb. 1. Sporen und Capillitiumfasern von „*Disciseda Hollósiana*“. Capillitiumfasern dünn, wellig, kurz. Sporenstielchen mit Tellerchen. Phot. H. CAMMERLOHER mit CERNY-Mikrokamera (Reichert, Wien)

es sich um ein dickeistiges Maschennetz. Herr Dr. K. J. PRAUSMÜLLER, welcher in liebenswürdiger Weise zwei Sporen bei starker Vergrößerung zeichnete (Abb. 3 und 4), machte unbeeinflußt von mir dieselbe Erfahrung.



Abb. 2. Sporen und Capillitiumfasern des von F. und R. WETTSTEIN gesammelten Pilzes *Catastoma juglandiforme* (BERK.). Wie Abb. 1

Zunächst erscheinen die Sporen grobwärtig, an der Peripherie sieht man jedoch nur ganz schwache Erhebungen (Abb. 3). An lichten, unreifen Sporen (Abb. 4) zeigt sich ein unregelmäßiges Leistennetz, dessen seichte Wabenräume an der Peripherie nur als schwache Vertiefungen erscheinen können. Wir müssen also auch in diesem Punkte die Beschreibung durch HENNINGS korrigieren und die Sporen statt warzig als netzigrubig skulpturiert bezeichnen. Wie erwähnt, beschreibt MASSEE (a. a. O.) die Sporen von *Bovista juglandiformis* ganz ähnlich wie HENNINGS die seiner *Disciseda* und erwähnt ebenfalls nichts von dem auffälligen Tellerchen. Was mich aber zunächst abhielt, beide Pilze für identisch zu halten, war die Länge



Abb. 3. Eine Spore des selben Exemplars wie in Abb. 2; sie erscheint warzig

von 60 bis 70  $\mu$ , welche MASSEE für die Sporenstielchen angibt. Denn das ist ja beiläufig das Doppelte des von mir beobachteten Durchschnittsmaßes. Selbst das längste, von mir gemessene Stielchen (45  $\mu$ ) bleibt noch um ein Drittel seiner Länge hinter der von MASSEE angeführten unteren Längengrenze zurück. Auf-



Abb. 4. Eine lichte Spore desselben Exemplars; die Oberfläche ist deutlich netzigrubig skulpturiert. Abb. 3 und 4 gezeichnet von K. J. PRAUSMÜLLER

fallend erschien mir, daß MASSEE (a. a. O., Tab. 282, Fig. 20) 2 Sporen abbildet (s. Abb. 5), von denen die größere einen dreimal so langen Stiel besitzt als ihr Durchmesser beträgt, daß also bei einem Durchmesser von 16  $\mu$  das Stielchen nur zirka 48  $\mu$  betragen kann, während die andere Spore, die deutlich kleiner ist, einen viermal so langen Stiel hat als ihr Durch-

messer beträgt, so daß auch hier  $60\mu$  kaum erreicht werden. Da also die abgebildeten Stiele eine Länge von höchstens  $48$  bis  $60\mu$  haben, nimmt MASSEES Abbildung eine vermittelnde Stellung zwischen den von ihm gemachten Angaben und unseren Messungen ein.

Die Nachprüfung des vom Herbarium Kew freundlichst zugesandten Materials, welches ebenfalls aus Afrika stammt, ergab nun die vollständige Übereinstimmung mit dem unsrigen. Die Stielchen hatten eine Durchschnittslänge von zirka  $34\mu$ , die Längen der Capillitiumbruchstücke betragen:  $57$ ,  $68$ ,  $76$ ,  $76$ ,  $76$ ,  $83$ ,  $83$ ,  $87$ ,  $95$ ,  $106\mu$ . Also auch hier ist die Länge von  $60$  bis  $90\mu$  die häufigste. Bei einem der Kewer Exemplare ist die Gleba ockerfarben. Viele Sporen dieses Exemplars sind lichtbraun, so daß man sehr gut die netzige Skulptur der Sporen feststellen kann.

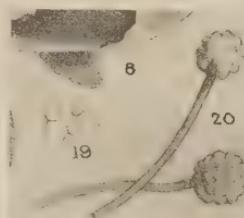


Abb. 5. Sporen von *Bovista juglandiformis* BERK. = *Catastoma jugl.* Fig. 20 aus der Tafel 282, Journal of Bot.: MASSEE (a.a.O.). Die Sporen sind warzig dargestellt, sind aber in Wirklichkeit ebenfalls netzig-grubig



Abb. 6. *Catastoma juglandiforme* (BERK.). Rechts oben das Doppel'exemplar, gesammelt von F. und R. WETTSTEIN. Das größere Exemplar zur Untersuchung aufgeschnitten. Von den drei unteren ist das Exemplar rechts aus dem Berliner Herbar (vgl. Abb. 1), die beiden anderen aus dem Herbarium Kew. Das mittlere ist ein Doppel'exemplar, dessen kleineres nur zum Teil erhalten ist und daher die Gleba zeigt. Diese ist ockerfarben, die Sporen sind ganz licht (unreif). Abb. 5 und 6 phot. von H. und K. LOHWAG

Bei diesem Exemplar sind alle Sporen ungeschwänzt. Es ist gleichwohl derselbe Pilz. Er weist sonst alle Eigenschaften auf und ist mit einem zweiten normalen Exemplar verwachsen (Abb. 6). Auch bei unseren heimischen Bovisten können bei unreifen Exemplaren die Stielchen fehlen.

Was die nomenklatorische Frage anlangt, so ist die Benennung *Disciseda* darauf zurückzuführen, daß HOLLÓS den Berliner Pilz zuerst als eine *Catastoma*-Art erkannte, wie HENNINGS (a. a. O.) erwähnt. *Catastoma* wurde von MORGAN auf Grund der Eigenschaften von *Borista circumscissa* B. et C. aufgestellt. *Catastoma* hat darnach eine Exoperidie, welche sich durch einen herumlaufenden, horizontalen Riß in zwei Teile spaltet. Der untere Teil bleibt im Boden, während der obere kappenförmig mit der Endoperidie verbunden bleibt. Der Pilz verliert den Halt im Boden und wird über ihn hinwegerrollt. Endlich öffnet er sich mit einer Mündung, welche der ansitzenden Kappe gegenüber liegt, d. h. also auf der basalen Seite der Endoperidie. Daher der Name *Cata-stoma*: Unten-Mund. So ist er auch in ENGELER und PRANTL, Bd. I 1\*\*, Fig. 163, S. 318 (1900) abgebildet. Diese basale Mündung ist morphologisch schwer deutbar. Ich kann mir sie nur so erklären, daß die Endoperidie dort von ihrem Myzelium abgerissen wird, wodurch ein Loch entsteht oder wenigstens eine sehr schwache Stelle, die später zu einem Zerreißnen führt.

C. G. LLOYD schreibt (1918) von „*Catastoma ater*“, daß es nicht ein wahres *Catastoma* im Typusbegriffe mit der „Mündung unten“ ist und daß „es mehrere Arten von *Catastoma*\* gibt, welche dieser Forderung nicht entsprechen“. Wenn LLOYD (1917) bei *Catastoma anomalam* hervorhebt, daß die Exoperidie dünn und papierartig ist, so steht dies wieder im Widerspruch zu den Ausführungen LLOYDS über *Catastoma* (1903): Die Exoperidie ist nicht wie bei *Borista* eine dünne Rinde, sondern eine dicke Schicht. Im Jahre 1905 charakterisiert LLOYD *Catastoma* folgendermaßen: „Rundlich, ohne sterile Basis. Exoperidie gewöhnlich dick und von der Endoperidie sich trennend mit Ausnahme einer kleinen Partie, welche meistens als kleiner Becher an der Basis verbleibt. Capillitium aus kurzen, einfachen, unverzweigten Fäden bestehend, was der Charakter der Gattung ist.“ Diese Eigenschaft ist wirklich bei reifen Exemplaren (unreife zeigen natürlich viel längere Fäden) so auffällig, daß ich mich der Meinung LLOYDS anschließe, bis durch weitere Beobachtungen geklärt ist, warum bei den einen Arten der Exoperidienebecher an der apikalen Seite, bei den anderen an der basalen Seite bestehen bleiben soll. Bei unserem Exemplar sind unten und oben Reste der Exoperidie zu bemerken, freilich ist der an der Basis viel deutlicher.

Was *Disciseda* anlangt, so gibt CZERNIAIEV (1845) eine sehr kurze Beschreibung, nach der ein basaler Becher der Exoperidie vorhanden ist. Da HOLLÓS die Ähnlichkeit mit *Catastoma* auffiel, wollte er aus Prioritätsgründen den erstenen Namen dafür einführen, was LLOYD (1902, schärfer 1905) ablehnt. Da CZERNIAIEV keine mikroskopischen Merkmale angab, keine Abbildung und kein Exemplar zum Vergleich hinterließ und da in

\* Bei einem Exemplar von *C. anomalam* aus dem Berliner Herbar ist deutlich gegenüber dem Myzelstrang eine ausgeprägte Mundöffnung zu sehen.

der Charakteristik von LLOYD das Capillitium den Ausschlag gibt (ich fand bei *Catastoma circumscissum* (B. und C.) MORG., North Dakota Fungi, bei *C. anomalum* (GREV.) LLOYD, Zentralafrika, Schweinfurth und bei *C. debreceniense* (HAZSL.) HOLL. = *C. subterraneum* (PECK) MORG. die gleichen diesbezüglichen Verhältnisse vor), so hat also unser Pilz *Catastoma juglandiforme* (BERK.) zu heißen. Hinzufügen möchte ich nur, daß Verästelungen der Fäden nur selten, aber doch zu beobachten sind, daher LLOYDS Angabe „einfache, unverzweigte Fäden“ zu verbessern ist in: „Fäden einfach, selten verzweigt, sehr selten und undeutlich Querwände zu sehen.“

Synonym sind: *Disciseda juglandiformis* (BERK.) HOLL. (1904, S. 118) und *Disciseda Hollósiana* HENNINGS (HOLL. 1904, S. 119), abgebildet in HOLLÓS a. a. O., Taf. 29, Fig. 38.

### Zusammenfassung

1. *Bovista juglandiformis* BERK. = *Disciseda Hollósiana* P. HENN.
2. Die Sporen sind nicht warzig, sondern netzig skulpturiert.
3. Die Stielchen sind meist länger als  $30\ \mu$  (welches Höchstmaß P. HENNINGS angibt), aber auch nie  $60$  bis  $70\ \mu$  lang (wie MASSEE angibt).
4. Am Ende des Stielchens ist oft ein Tellerchen zu bemerken (d. i. ein Stück der Basidienwand).
5. Es kann hier, wie bei vielen anderen Gastromyzeten, kein Abschießen der Sporen nach Abscheidung eines Tropfens zwischen Sterigma und Spore stattfinden.
6. Der Pilz ist gemäß der von LLOYD festgelegten Charakteristik der Gattung *Catastoma* als *Catastoma juglandiforme* (BERK.) LOHWAG zu benennen.

### Literatur

- Cerniaiev, Nouveaux cryptog. de l'Ukraine. Bull. soc. nat. Moscou, Bd. 18, S. 153, 1845.  
Engler und Prantl, Die natürlichen Pflanzenfamilien, Bd. 1, I\*\*, 1900.  
Hennings, Fungi nonnulli novi ex regionibus variis. Hedwigia, Bd. 41, S. 62, 1902.  
Hollós, Die Gastromyceten Ungarns. 1904.  
Lloyd C. G., Mycological Notes, Nr. 10, 1902.  
— — Mycol. Notes, Nr. 13, 1903.  
— — Bull. of the Lloyd library, Mycol. series Nr. 3, Bull. Nr. 8, 1905.  
— — Mycol. Notes Nr. 45, 1917.  
— — Mycol. Notes Nr. 53, 1918.  
Massee G., A revision of the genus *Bovista* (DILL.) Fr., Journ. of Botany, Vol. 26, 1888.

## Besprechungen

**Brockmann-Jerosch H.** *Die Vegetation in der Schweiz.* I. Bd.. 3. u. 4. Lieferung. (Beiträge zur geobotanischen Landesaufnahme, herausgegeben von der pflanzengeographischen Kommission der Schweizer Naturforschenden Gesellschaft, Nr. 12, unter der Redaktion von E. RÜBEL). Bern (H. Huber), 8°. S. 289—384, 385—499. Mit Textabb., Tab. u. Karten.

Mit den vorliegenden beiden Lieferungen schließt der erste Band dieses wertvollen Werkes ab, dessen erste beiden Lieferungen im Bd. LXXVII (1928) dieser Zeitschrift (S. 307) schon besprochen wurden. Es enthält eine ausgezeichnete Analyse der Vegetationsbedingungen, und reicht in seiner Bedeutung über das engere Gebiet der Schweiz hinaus über das ganze Alpengebiet und andere Gebirge Europas. Die ersten beiden Lieferungen behandelten den Boden, die Niederschlagsverhältnisse und die Wärmeverhältnisse. Die vorliegenden Lieferungen besprechen den Einfluß der Wärme auf die Pflanzenwelt (Grenzwerte, Ausnützung der Wärme durch den Raum, ihre Ausnützung durch die Pflanzenform und die Periodizität) und die Windverhältnisse (Allgemeine Winde, Lokalwinde, Einfluß des Windes auf die Verteilung der Niederschläge, Einfluß des Windes auf die Pflauzenwelt, Verbreitung der Windformen). Zahlreiche vorzügliche Vegetationsbilder, Diagramme und Kartenskizzen illustrieren den Text; der dritten Lieferung ist eine farbige Karte beigegeben, welche die Meereshöhen der Baumgrenzen darstellt.

R. WETTSTEIN (Wien)

**Hueck K.** *Die Pflanzenwelt der deutschen Heimat und der angrenzenden Gebiete, in Naturaufnahmen dargestellt und beschrieben.* Herausgegeben von der Staatlichen Stelle für Naturdenkmalpflege in Preußen. Berlin-Lichterfelde (H. Bermühler). 4°. Lieferung 5—7 (1929) und 8—15 (1930): S. 41—128, Textabb. 19—59, 24 Farbtafeln, 24 Tiefdrucktafeln.

Vgl. diese Zeitschr., Bd. LXXIX, 1930, Nr. 2, S. 184. Die vorgenannten Lieferungen enthalten zunächst die Fortsetzung der ausführlichen Behandlung des Buchenwaldes und zwar nach Abschluß der Besprechung der Buche selbst die Besprechung der eingesprengten Bäume, der Sträucher und der Bodenpflanzen, letztere nach ihrer Blütezeit gruppiert in solche der Vorfrühlingsphase, der Frühlingsphase, der Sommer- und Herbstphase. Sodann folgt der Eichenwald, in folgende Unterkapitel gegliedert: Der Lebenshaushalt, Der Eichenwald des nordwestdeutschen Tieflands, Die Eichenkratte Schleswig-Holsteins, Der Auenwald der alluvialen Stromniederungen, Die west- und süddeutschen Eichenniederwälder. Der Eichenwald im Spessart, Die Pflanzen im Eichenwald. Text und bildliche Ausstattung des schönen Werkes halten sich auf unverminderter Höhe. E. JANCHEN (Wien)

**Porsch O.** *Kritische Quellenstudien über Blumenbesuch durch Vögel.* V. (Biologia generalis, Bd. 6, 1930, S. 133—246, 6 Textabb., 5 Tafeln).

In diesem 5. Teile seiner Quellenstudien behandelt Verf. die Blumenvögel und Vogelblumen der Hawaii-Inseln. Einem Tiefstande an Blumen-

insekten steht hier „ein Hochstand an Blumenvögeln gegenüber, wie er nach Formenreichtum und bestimmt gerichteter Organisationshöhe im Verhältnis zur verschwindenden Kleinheit der Bodenfläche in keinem Gebiete der Erde wiederkehrt“. Mindestens 30 endemische Vogelarten, und zwar 25 Drepaniden (Kleidervögel, in Hawaii endemische Familie) und 5 Melophagiden sind regelmäßige Blumenbestäuber. Von diesen Drepaniden zeigen 12 Arten eine auffallende Länge und Krümmung des Schnabels. Diesen entsprechen unter den zahlreichen Vogelblumen von Hawaii Formen mit auffällig gekrümmten Blütenröhren, besonders aus der Familie der Lobeliaceen aber auch der Labiaten, Leguminosen u. a., sogar der Malvaceen (*Hibiscadelphus*). Die wichtigeren, dem Verf. bekannten vogelblütigen Arten von Hawaii verteilen sich auf 20 Familien und auf 38 Gattungen. Die Untersuchung der vogelblütigen Palmengattung *Pritchardia* ergab interessante anatomische Einzelheiten. Die einzigartige Lebensgemeinschaft hawaiischer Blumen- und Vogelwelt ist infolge rücksichtsloser Verfolgung und teilweiser Ausrottung wichtiger Vogeltypen jetzt leider nur mehr in Restbeständen erhalten.

E. JANCHEN (Wien)

**Singer R. Pilze aus dem Kaukasus.** Ein Beitrag zur Flora des südwestlichen Zentralkaukasus. (Beihefte z. Bot. Centralbl., Bd. 46, 1929, Abt. II, S. 71—113.)

Die mit Unterstützung durch die Wiener Akademie der Wissenschaften durchgeföhrte Reise, deren Ergebnisse hier behandelt werden, fand im Sommer 1928 statt. Es werden 240 Basidiomyceten angeführt, deren Bestimmung unter sorgfältiger Berücksichtigung der Literatur, der verschiedenen Auffassungen und der Nomenklatur erfolgte. Darunter sind zehn neue Arten, bzw. Varietäten. Besonders hervorzuheben ist *Russula subvelata* mit Flocken am Hutrande. Sehr interessant ist die Beobachtung, daß *Polyporus montanus* Quél. als häufiger und gefährlicher Wurzelparasit von *Abies Nordmanniana* auftritt.

H. LOHWAG (Wien)

**Thellung A. †, herausgegeben von BRAUN-BLANQUET J., Die Entstehung der Kulturpflanzen.** (Naturwissenschaft und Landwirtschaft, Heft 16.) Freising (F. P. Datterer), 1930. 8°. 91 S.

Die sehr anregende Schrift behandelt das Problem, wie Kulturpflanzen aus ihren wilden Stammformen hervorgehen, streift aber dabei auch die allgemeine Frage der Formneubildung im Pflanzenreich. Gleich im Vorwort bekennt sich Verfasser als entschiedener Anhänger des Darwinismus und Kerner-Lotsyanismus und als Gegner des Neolamarckismus; der Auseinandersetzung zwischen Lamarckismus und Darwinismus ist demgemäß auch ein längeres Kapitel gewidmet. Sehr ausführlich behandelt wird die Entstehung von Kulturformen durch Variation und Mutation in Verbindung mit Selektion und durch Mutation und Kreuzung. Direkte Bewirkung bzw. direkte Anpassung werden — in durchaus nicht überzeugender Weise — abgelehnt. Sehr interessant sind die Ausführungen über „Kulturpflanzen-Merkmale“ und über „Kulturpflanzen-Eigenschaften bei Unkräutern“ (Einjährigkeit, Vergrößerung der Samen, Verlust der natürlichen Schutzmittel des Pflanzenkörpers und der Samen, Verlust der natürlichen Verbreitungseinrichtungen).

E. JANCHEN (Wien)

## Akademien, Botanische Gesellschaften, Vereine, Kongresse usw.

### Akademie der Wissenschaften in Wien

In den Sitzungen der mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse vom 13. März und 2. Mai 1930 wurden zur Drucklegung in den Sitzungsberichten folgende Arbeiten vorgelegt:

SPÄTH E. und GIBIAN K., Über die Konstitution des Sappanins.

SPÄTH E. und PIKL J., Über neue Basen der Angostura-Rinde usw.  
FISCHER R., Über den Saponinnachweis in der Pflanze mit Blutgelatine.

## Botanische Sammlungen, Museen, Institute usw.

### Neuere Exsikkatenwerke

SCHIFFNER V., *Algae marinae exsiccatae*. Serie III (Nr. 501—750). 1930.

WEESE J., *Eumycetes selecti exsiccati*. Liefg. 15 bis 17 (Nr. 351—425). Wien 1929 und 1930.

### Personalnachrichten.

Prof. Dr. GUSTAV KLEIN, o. ö. Professor und Direktor des Pflanzenphysiologischen Institutes der Universität Wien, der von Januar bis Juli 1. J. für Studienzwecke beurlaubt war, scheidet mit Ende des Sommersemesters 1930 von seiner Lehrkanzel und hat die Leitung des Biolaboratoriums Oppau, im Rahmen der Forschungs-Institute der I. G. Farbenindustrie-Aktiengesellschaft, Ludwigshafen a. Rhein, übernommen.

Hofrat Prof. Dr. ERICH TSCHERMAK-SEYSENEGG, Vorstand der Lehrkanzel für Pflanzenzüchtung an der Hochschule für Bodenkultur in Wien, wurde von der Akademie der Wissenschaften in Wien zum wirklichen Mitgliede gewählt.

Dr. KARL HÖFLER, Privatdozent für Anatomie und Physiologie der Pflanzen an der Universität Wien, erhielt den Titel eines a. o. Univ.-Professors.

Für Hofrat Prof. Dr. EDUARD FENZL (geboren 15. Februar 1808, gestorben 29. September 1879), der 1840 bis 1878 als Kustos, bzw. Direktor das Botanische Hof-Naturalienkabinett leitete und 1849 bis 1878 ord. Professor der Botanik und Direktor des Botanischen Gartens der Universität Wien war, wurde an seinem Geburtshause in Krummnußbaum (nächst Pöchlarn a. d. Donau, Niederösterreich) eine Gedenktafel errichtet und am 22. Juni 1930 feierlich enthüllt.

Die Akademie der Wissenschaften in Wien hat den „Hausgirg-Preis“ für Botanik dem Professor Dr. FRITZ v. WETTSTEIN (Göttingen) für seine genetischen Arbeiten verliehen.

Gestorben: Professor Dr. CARL FRUWIRTH, Vorstand der Lehrkanzel für Landwirtschaftslehre an der Technischen Hochschule in Wien, am 21. Juli 1930 im 68. Lebensjahre; AUGUSTINE HENRY, bekannt als Erforscher der Flora von China, am 23. Mai 1930 in Dublin; Dr. TYCHO VESTERGREN (Stockholm) im April 1930 im Alter von 55 Jahren.

### Berichtigung

In Heft 2 des laufenden Jahrganges dieser Zeitschrift soll es auf Seite 140, Zeile 1, und auf Seite 163, Zeile 12, anstatt K. (KARL) LINSBAUER heißen: L. (LUDWIG) LINSBAUER.

---

Verantwortlicher Schriftleiter: Prof. Dr. Erwin Janchen, Wien III, Ungargasse 71. — Herausgeber: Prof. Dr. Richard Wettstein, Wien III, Rennweg 14. — Eigentümer und Verleger: Julius Springer, Wien I, Schottengasse 4. — Manzsche Buchdruckerei, Wien IX.

# Symbolae sinicae

Botanische Ergebnisse der Expedition der Akademie der Wissenschaften  
in Wien nach Südwest-China 1914/1918

Unter Mitarbeit von

Viktor F. Brotherus, Heinrich Handel-Mazzetti, Theodor Herzog, Karl Keissler,  
Heinrich Lohwag, William E. Nicholson, Siegfried Stockmayer, Frans Verdoorn,  
Alexander Zahlbrückner und anderen Fachmännern

Herausgegeben von

Heinrich Handel-Mazzetti

In sieben Teilen. Mit 30 Tafeln

Erschienen sind:

## IV. Teil: Musci

Von Viktor F. Brotherus

Mit 5 Tafeln. 152 Seiten. 1929. RM 28,80

## VI. Teil: Pteridophyta

Von Heinrich Handel-Mazzetti

Mit 2 Tafeln. 55 Seiten. 1929. RM 10,—

## VII. Teil: Anthophyta

Von Heinrich Handel-Mazzetti

1. Lieferung. Mit 3 Textabbildungen und 4 Tafeln. 209 Seiten. 1929. RM 36,—  
Der 7. Teil umfaßt etwa 72 Bogen und erscheint in etwa 5 Lieferungen

## V. Teil: Hepaticae

Von William E. Nicholson, Lewes, Frans Verdoorn, Utrecht,  
und Theodor Herzog, Jena

Mit 21 Abbildungen. 62 Seiten. 1930. RM 12,80

In Vorbereitung befinden sich:

Teil I: **Algae.** Von Siegfried Stockmayer, Wien. — Teil II: **Fungi.**  
Von Heinrich Lohwag, Wien, und Karl Keissler, Wien. — Teil III:

**Lichenes.** Von Alexander Zahlbrückner, Wien.

Die Abnahme eines Teiles verpflichtet zur Abnahme des Gesamtwerkes.

---

Verlag von Julius Springer / Berlin

---

**Einführung in die Limnologie.** Von Professor Dr. V. Brehm, Lunz. Mit  
88 Abbildungen. VI, 261 Seiten. 1930. RM 18,—; gebunden RM 19,60.  
(Bildet Band X der „Biologischen Studienbücher“, herausgegeben von  
Professor Dr. Walther Schoenichen, Berlin.)

### Inhaltsübersicht:

Physik und Chemie des Süßwassers. Physik: Eigenschaften des Wassers. Erscheinungen  
am bewegten Wasser. Der Wasserhaushalt der Seen. Chemie. — Biologie des Süßwassers.  
Allgemeiner Teil: Die Sonderstellung der Süßwasserbiologie gegenüber der Meeresbiologie.  
Geschichtliches. — Besonderer Teil: Grundwasser- und Brunnenfauna. Quellen. Das fließende  
Wasser. Die stehenden Gewässer (Seen): Über Moore und Moorgewässer. Biogene Fällungen  
und Lösungen. Das Sapropel. Organisch verunreinigte Gewässer. (Abwässer.) Die Tierwelt  
des Feuchten, Moosfauna. Die periodisch auftretenden Wasseransammlungen. Organismen  
des Schnees. Thermalgewässer. Salzwässer des Binnenlandes. Schwefelorganismen. Lim-  
nologie und Tiergeographie. Hinweise auf geeignete Arbeitsgebiete. Literatur. Verzeichnis  
der Gattungen.

# Waldbau

## auf ökologischer Grundlage

Ein Lehr- und Handbuch

von

Dr. Alfred Dengler

o. Professor der Forstwissenschaft an der Forstlichen Hochschule in Eberswalde

X, 560 Seiten. 247 Abbildungen im Text, 2 farbige Tafeln. 1930.  
Gebunden RM 39,—

### Inhaltsübersicht:

#### I. Teil. Ökologie des Waldes als Grundlage des Waldbaus.

Der Wald als Vegetationstyp. Wesen und Begriff des Waldes. — Die Verbreitung des Waldes auf der Erde und sein Verhältnis zu den andern Vegetationstypen. — Die hauptsächlichsten Waldformen und ihre Verbreitung über die Erde (Waldzonen). — Die Waldformen nach Höhenstufen (Waldregionen). — Die polare und alpine Waldgrenze. — Die natürlichen Verbreitungsgebiete der deutschen Hauptholzarten. — Allgemeines. — Die Entwicklungsgeschichte des deutschen Waldes. — Die Wald- und Holzartenverteilung in Deutschland und die einzelnen Waldgebiete.

Der Einfluß der Lebensbedingungen auf den Wald und die einzelnen Holzarten. Vorbemerkungen. — Die Wärme. — Das Wasser. — Das Licht. — Die Kohlensäure. — Der Wind. — Der Boden. — Die inneren Anlagen, Arteigentümlichkeiten und Rassenbildung.

Die Lebenserscheinungen und der Ablauf des Lebens im Walde. Blühen und Fruchten. — Vermehrung und Verbreitung. — Keimung und Fußfassen der Verjüngung. — Die weitere Entwicklung in der ersten Jugend (Aufwuchs- und Dickungsalter). — Entwicklung und Wachstum im Stangen- und Baumholzalter. — Altern, Krankheit und Tod.

#### II. Teil. Technik des Waldbaus.

Ziel und Wesen des Waldbaus; Literatur.

Die Bestandesarten. Allgemeines über Begriff und Einteilung der Bestände. — Vorkommen und Bewertung der verschiedenen Bestandesarten. Wald- und Bestandestypen. — Die hauptsächlichsten Reinbestandesformen des deutschen Waldes. — Die deutschen Mischholzarten. — Die einzelnen Mischholzarten nach ihrem forstlichen Verhalten. — Ausländische Holzarten. — Eingebürgerte Holzarten. Eigentliche Ausländer. — Die Ausländerfrage. — Die hauptsächlichsten angebauten ausländischen Holzarten. — Die wichtigsten deutschen Mischbestandesarten. — Mischungen von Schathölzern untereinander. — Mischbestände aus Lichthölzern. — Mischbestände aus Licht- und Schatten- bzw. Halbschattenholzarten. — Allgemeine Regeln für Mischbestände.

Die Bestandesbegründung oder Verjüngung. Die Bodenvorbereitung bzw. Bodenbearbeitung für die Verjüngung. — Die Geräte für die Bodenbearbeitung und ihre Anwendung. — Handgeräte. — Bespannte oder mit Motoren arbeitende Geräte. — Bedingungen und Verfahren der natürlichen Verjüngung. — Die künstliche Verjüngung. — Die Saat. — Das Saatgut. — Die Aussaat. — Die Pflanzung. — Das Pflanzgut. Die Pflanzung. — Die Pflanzenerziehung im Kampf. — Aufforstungen und Mellorationen. — Nachbesserungen und Kulturflege. — Ungefährte Kostensätze für die gebräuchlichsten Kulturrarbeiten. — Allgemeine Beurteilung und Bewertung der verschiedenen Verjüngungsverfahren.

Die Bestandeserziehung und Bestandespfllege. Die Hiebsmaßnahmen zur Bestandeserziehung. — Läuterungen. — Durchforstungen. — Die Durchforstungsarten. — Lichtungen. — Ästungen, Unterbau und sonstige Pflegemaßregeln.

Die wirtschaftlichen Bauformen des Waldes (Betriebsformen). Einleitung und Übersicht. — Der Niederwald. — Allgemeines. — Die besonderen Niederwaldformen. — Zusammenfassende Wertung der Niederwaldformen. — Der Mittelwald. — Die Umwandlung von Nieder- und Mittelwald in Hochwald. — Der Hochwald und seine besonderen Formen. — Einteilung und Übersicht. — Der Kahlschlagbetrieb auf großer Fläche und seine Nebenformen. — Der Großschirmschlagbetrieb. — Der Femelschlagbetrieb. — Kahl- und Schirmschlagformen in Verbindung mit Lichtungs- und Überhaltbetrieb und einige sonstige Nebenformen. — Saumschlagformen. Plenterwald und Dauerwald. — Namen- und Ortsverzeichnis.

Sachverzeichnis.